

现代科技与人文大观

你的看法偏吗

——系统科学趣论

王军 刘敬瑞 编著

中国华侨出版社

京新登字 190 号

图书在版编目(CIP)数据

你的看法偏吗——系统科学趣论/王军,刘敬瑞编著.

—北京:中国华侨出版社,1995.12

(现代科技与人文大观)

ISBN 7—80120—036—5

I. 你… II. ①王…②刘… III. 系统科学—普及读物
N. N94—49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 15834 号

现代科技与人文大观——你的看法偏吗

——系统科学趣论

编 著/王 军 刘敬瑞

责任编辑/刘箴言

封面设计/李呈修

责任校对/孙岳奇

经 销/新华书店总店

印 刷/北京飞达印刷厂印刷

开 本/787×1092 毫米 1/32 印张/4.75 字数/94 千

版次/1995 年 12 月第 1 版 1995 年 12 月第 1 次印刷

中国华侨出版社

邮政编码:100028

ISBN 7—80120—036—5/Z·14

北京朝阳区西坝河东

里 77 号楼底商 5 号

定价:5.40 元

博覽群書
養心益智

癸酉夏
柳斌



科学技术是第一生产力，发展生产力就必须重视科学技术的现状和发展方向的知识普及。但现代科学技术门类繁多，发展迅速。很多现代科学技术都是历经本世纪的几代专家学者通过毕生劳动累积起来的知识形成的。据多年统计说明：在20世纪90年代中，现代科学技术成果和知识的累积量，每隔10年翻一番，但到90年代初期，不仅知识的广度和深度已有很大的变化，而其累积发展速度也已增加到只要三年就能翻一番了。怎样全面普及这样庞大繁复的现代科学技术知识，就成了我们技术人员的新课题。中国华侨出版社组织我国科技人员编写的一套《现代科技与人文大观》科普丛书，就是一个很好的尝试。

这部丛书的读者对象是广大市民、干部、和 ~~学生~~ 学生，市民和干部在现代化生活和生产建设中将遇到各种各样的现代科技问题。广大中学生在以后的高等教育中也将深入学习各种现代科技书籍知识。对于他们所需要的知识而言，也将是多方面的。首先要求对这些知识有直接的和用常识判断能理论其本质的说明

钱伟长为本丛书所作总序手迹(局部)

《现代科技与人文大观》丛书编委会

主 编：崔惟琳 潘承洞

副 主 编：王恩大 乔幼梅

常务副主编：林 光

编 委（按姓氏笔划为序）：

王 珺	王秉玉	王谦身	孔祥铸	卢浩泉
李秋零	印永嘉	吕志孔	乔 伟	伊学农
刘宗寅	杨月强	杨尊田	毕庶本	毕德成
吴受琚	言静霞	宋世军	宋腾甲	张爱民
陈鹏万	赵晓康	岳 平	胡作玄	郭金铸
高师宁	曹淑贞	曹盛林	傅根清	薛正安

《现代科技与人文大观》丛书总序

科学技术是第一生产力，发展生产力就必须重视科学技术的现况和发展方向的知识普及。但现代科学技术门类繁多，发展迅速。很多现代科学技术都是历经本专业的几代专家学者通过毕生劳动累积起来的知识形成的。据多年统计说明：在20世纪30年代中，现代科学技术成果和知识的累积量，每隔10年翻一番，但到90年代初期，不仅知识的广度和深度已有很大的变化，而且其累积发展速度业已增加到只要三年就能翻一番了。怎样全面普及这样庞大繁复的现代科学技术知识，就成了我们技术人员的新课题。我国科技人员编写的这套《现代科技与人文大观》科普丛书，就是一个很好的尝试。

这部丛书的读者对象是广大市民、干部和学生。市民和干部在现代化生活和生产建设中将遇到各种各样的现代科技问题，广大中学生在以后的高等教育中也将深入学习各种现代化科技专业知识，对于他们所需要的知识而言，也将是多方面的。首先要求对这些知识有直接的和用常识判断能理解其本质的说明，并不像长期从事某项专业的专家那样，常常要用一大堆专业语言和严格的逻辑推理才能说明的知识。我们深信，最先进的和最重要的科技成果常常可以用简明和直接的语言说明，它们在本质上常常并不复杂难懂，不一定要拐弯抹角才能说明，更不是像有些科普工作那样，由于上述

要求，而只停留在那些老生常谈，浅显易明的内容之中。《现代科技与人文大观》坚持这一要求和特色。执笔者都是各领域的专家教授，我们感谢他们在这一方面的努力和赏试。

出版社在这一方面努力解决了组织人选的问题，能在这样广泛的问题选用这样大批的专家教授来从事这一繁复工作，并不是一件轻而易举的事情。另外，书中采用了分列小题目，独立进行说明的方法，避免了冗长繁琐，读起来比较简明扼要，轻松愉快。

最后，组织出版本书的原意是针对青少年学生的，但由于内容较为新颖充实，建议大学生和各项专家读一读也不无裨益。在各学科飞速发展，相互渗透的时代，能开阔视野，借机攻专，而得到突破性成果的，已屡见不鲜。

本丛书还有人文科学部份，在文理渗透如此广泛的时代，这些材料不论对人文科学或自然科学而言，都同样能给读者很多启发。总之，这是科普工作的一个很好尝试，现向社会推荐普及，从这一工作动机看，无疑一定是利国利民，也有利于现代化的。

钱伟长 1995年3月22日

前 言

21 世纪即将到来。

新的时代,呼唤着新的思维方式。于是,系统科学应运而生。它强调“整体不等于部分之和”,以整体、联系的观点对待事物,将系统看成是相互作用的要素构成的统一体;它强调从动态角度考察开放系统由无序向有序发展的过程和由产生、发展到自我调节控制的功能及动力;它认为凡系统都是分层次的、有序的,层层相联、相互作用,从较低层次的有序状态向较高层次的有序状态发展变化……这就克服了过去那种孤立机械、一成不变地看待事物的思维方式,为人们深入研究系统变化规律,主动改造驾驭系统,以达到系统的优化组合奠定了基础。

系统科学的特点及优势,决定了它在实际应用中的重要地位和作用;人们在社会实践中,也深深体会到它对于促进社会发展与科技进步、提高工作效率、促使事业成功的巨大威力。于是,系统科学的应用范围愈来愈广泛,由自然科学领域迅速扩展到社会科学领域及其他领域。

近年来,人们充分认识到科技作为第一生产力对改革开放、搞活经济的重大作用,充分认识到系统理论对促进现代科技发展的重要性,介绍系统科学的著作日益增多。由于系统科学是交叉学科,涉及许多数学知识,因此这些著作大多深奥难

懂。这对于专业研究人员来说是完全必要的；但数量众多的一般读者却往往望而却步、不敢触及，从而影响了系统科学的普及。诚然，深入研究是必需的，否则科学就难以发展；然而入门也是重要的，否则科学就得不到普及，也难以吸引众多有志者加入研究的行列。正是基于上述考虑，我们编写了这本小册子，它是我们多年科研、教学工作的结晶，也是我们迎接新时代的一份小小的礼物。

本书力求以通俗化、趣味性的语言，向读者介绍系统科学的入门知识。全书每个专题均自成一节，以饶有趣味的小故事或生物具体的生活事例为缘起，引出有关知识，然后用通俗易懂的语言进行具体介绍；专题之间相互联系，呈现出“先总后分”的布局：先从总体上介绍有关系统科学的基本知识，再分别介绍“老三论”，同时简介“新三论”有关知识，从而形成一个密切联系又相对独立的有机整体。

系统科学是座深奥的科学殿堂。由于我们对它的学习和理解是较肤浅的，还达不到从整体上把握自如的程度，因此书中一定有不少不准确、不全面以至谬误之处，诚恳地希望有关专家和广大读者批评指正，使本书能得到进一步改进提高。然而我们愿意以此书作为引玉之砖，指引大家敲开系统科学殿堂的大门，并激发青少年学习的兴趣，进一步登堂入室，深刻领会其中的奥妙。

在写作过程中，我们学习、参阅了大量系统科学方面及其他有关方面的书籍和资料，限于篇幅不能一一列出，在此一并表示最诚挚的谢意！

编著者

1995年5月于山东

目 录

前 言	(1)
1. “我”到哪里去了 ——系统科学的定位	(1)
2. “骡子”纺织机 ——横向思维与系统科学	(6)
3. 居维叶为何不怕“怪兽” ——科学方法的多向考察	(11)
4. 机器人能吃掉人类吗 ——新技术革命呼唤系统科学	(16)
5. 从都江堰的兴建到阿波罗登月计划 ——系统科学的发展	(21)
6. 剪箭杆的医生 ——谈系统	(26)
7. 猫为何跳河自杀 ——系统与联系	(31)
8. 农民耕地与蚯蚓松土 ——系统的目的性	(37)
9. 从燕丹子赠“手”谈起 ——系统的整体性	(42)

10. 曲别针到底有多少用途	
——谈信息交合论	(49)
11. 埃及强大的军队为何战败	
——系统的相关性	(52)
12. 诸葛亮为何要唱空城计	
——系统的结构与功能	(55)
13. 墨子救宋与卫星载人上天	
——系统的模型与模拟	(62)
14. 淘米做饭与高斯做数学题	
——什么是系统工程	(69)
15. 埃披通拉斯剧场的建造	
——系统工程的应用	(72)
16. 蜜蜂发出的信息	
——信息论、信息方法与信息科学	(75)
17. 莫尔斯电码与排字工人	
——信息论产生的基础	(79)
18. “狼来了”	
——什么是信息	(81)
19. 禅宗五祖传六祖	
——信息的可感可知性	(85)
20. “麦克斯韦妖”是否存在	
——信息与能量	(88)
21. 你的想法是怎样产生的	
——信息与意识	(89)
22. 中国陶瓷滞销与奈森致富的奥秘	
——信息的获取	(91)
23. 从“蒋干中计”谈起	

——信息的鉴别	(96)
24. 阿基米德巧解“王冠之谜”	
——信息的使用	(99)
25. 盲人骑瞎马,夜半临深池	
——信息的控制与反馈	(103)
26. 机器人、指南车与维纳讨论会	
——控制论的诞生	(106)
27. 华佗为曹操治头风症	
——控制论的黑箱方法	(109)
28. 老鹰抓兔子	
——控制与调节	(112)
29. 海龟驮人与“掌舵术”	
——控制与控制论系统	(116)
30. 从贝纳德对流实验谈起	
——耗散结构与开放系统	(121)
31. 宇宙末日是否会到来	
——普利高津耗散结构理论的创立	(126)
32. 电脑寡妇的故事	
——高技术与系统科学	(130)

1. “我”到哪里去了

——系统科学的定位

古时有个差役，奉命押送一个犯罪和尚从县城到府城去。天晚了，他们投宿在一个客店。和尚花钱置办了一桌丰盛的酒席，差役给和尚开了刑具，两人喝起酒来。席间，和尚毕恭毕敬，殷勤劝酒；差役嘴馋贪杯，开怀畅饮，喝得烂醉。和尚将差役扶回卧室，找来一把锋利的剃刀，将差役头发剃了个精光，给他换上自己的囚服，把行枷套在差役脖子上锁好，自己收拾停当，穿上差役的衣服逃之夭夭。

第二天太阳老高了，差役才从醉梦中醒来，一看和尚不在了，大吃一惊，急忙爬起来想去找。可一起身，看到镜子里自己的光头，再看看自己脖子上的刑具和身上的囚服，立即转惊为喜，自言自语地说：“谢天谢地，和尚还在！”转眼之间却又迷惑起来：“和尚还在，那我到哪里去了？怎么不见我呢？”

那个差役不见了自己，确实可笑。虽然这不过是一则笑话而已，这种事情是不会发生的，但从故事中我们可以得到启发：在研究问题、看待事物时，要正确处理主体与客体的关系，要定好位，不要忘记了主体，忘了自己；也不要忘了客体，忘了对象，忘了主客体的联系。同理，我们在研究考察系统科学时，也要明确这一对象的概念、特点及性质等，给它定好位。

系统科学是横断学科，具有方法论性质。人的认识是分层次的，因此人们认识的方法自然也分级位。随着现代科学的发展和方法论研究的深入，现代方法论形成了一个层次分明的

体系。按照各科研究方法的概括程度和适用范围的不同,我们将其分为高、中、低三个级位。

首先是哲学方法。哲学是世界观,是对自然、社会和思维领域的普遍规律所作出的最高概括;同时又是方法论。哲学方法是哲学研究的一个组成部分,是探讨一切科学普遍适用的方法原理。它作为方法中的最高级位,要求中间级位和低层级位的方法与它保持一致并进而体现它。因此,它既能指导自然科学的研究,也能指导社会科学、思维科学及系统科学的研究。

为了把握科学发展的来龙去脉,科学家们都很重视哲学方法,把问题放到一定的哲学背景下加以考察。如哥白尼创立“日心说”,最直接的启示来自古希腊的哲学家;贝朗塔菲能成为普通系统论的开拓者,一个重要的原因是他能把系统思想的历史情况放到相应的哲学背景下作分析;从亚里士多德的“整体大于部分之和”,到15世纪思想家库斯迪尼古拉关于整体中部分之间的对立甚至对抗的观念,到伽利略把复杂对象分解为基本部分和过程加以分别研究的方法,他都作过深入的思考……因此,对人们来说,无论是对待客观事物和社会现象,还是进行科学研究,哲学的前提是至关重要的。

然而,哲学方法又不是万能的,它只能在哲学这个高层级位上发挥功能。如果我们片面强调哲学方法的意义,用它取代一切方法,人们的研究就只能停留在哲学那高高的台阶上,不能登堂入室,深入到具体对象的内部,因此我们还要重视一般方法和具体方法。

一般方法即跨学科方法,包括系统论方法、信息论方法、控制论方法以及概率论方法、模糊数学方法、耗散结构方法、协同学方法等。它们具有一般性、普遍性特征,能从一门学科

转移到另一门学科,概括程度高、适用范围大,这是方法论的第二个级位——中间级位。在学科渗透、知识爆炸的高科技时代,运用这种方法研究和认识事物,会出现令人耳目一新的前景。如近年来有人运用模糊数学方法研究文学、心理学,取得了令人欣喜的成果。在实际生活特别是人的情感世界里,这种模糊现象是大量存在的,正视这种现象,可以避免机械化和简单化。如我国过去将人或文学作品中的形象分为正面人物、反面人物和中间人物三大类。有人对此提出质疑,并借助于模糊数学方法发表了自己的见解,认为人物性格是复杂的,不是善恶的线性排列,而是各种性格元素通过中介围绕性格基本特征的模糊集合。正是这种模糊性,给读者提供了审美再创造的广阔空间。这就运用跨学科方法揭示了文学形象的模糊性、朦胧性和多义性特征。

再次是具体的学科方法,如天文学中的观测法,物理化学的实验法,数学的运算法等,这是方法的最低级位,也是最贴近研究对象的级位。它与学科的具体内容相对应,直接与研究认识对象发生最密切的关系。如实验法就是发现真理的基础、检验真理的标准,人们通过使用日益精确的实验设备和越来越先进的技术手段,能够撇开研究现象中偶然、次要的因素,控制或突出某些因素,从而得到原来无法观察到的自然现象及其发展变化过程。

上述三个级位的方法是相互区别而又互相联系和作用的:一方面,各级位方法具有不同的功能,只能在适合于自己的层面上发挥作用,不能互相混淆和代替;另一方面,具体学科方法和一般方法又必须受哲学方法的制约和指导,通过进一步综合、提炼,达到最高概括即马克思主义哲学。

这样,系统科学就在横向上找到了自己在现代科技体系

中的位置；并在纵向上与现代科技体系四阶梯建构相对应。

系统科学具有什么样的特点呢？

系统科学的第一个特点是中介性。这是从系统科学在方法论体系中的级位角度即它与哲学方法的关系方面来说的。哲学是人类认识的最高概括，系统科学达不到哲学的概括高度；但并不能因此而否定系统科学的独立地位，用哲学方法来代替系统方法。不同的学科领域都有通向哲学领域的桥梁即理论中介；自然科学的中介是自然辩证法，社会科学的中介是历史唯物主义，思维科学的中介是认识论，文学艺术的中介是美学，而系统科学通向哲学的中介就是它的最高层次系统观，钱学森教授称之为系统论。系统科学作为一门新兴学科，其研究正不断深入，许多理论范畴尚未确定，许多概念内涵外延不够一致。今天，系统论与系统观已基本是同一内涵，它已带有世界观色彩；系统科学从自然科学奔向社会科学，在科学领域的应用越来越广泛，系统论的抽象程度越来越高，涵盖越来越广，与哲学的关系也越来越近，越来越密切，因此系统科学本身已具有了中介性。

系统科学还具有多维性特点。系统思维方式与常规思维方式是有区别的：常规思维方式往往是从局部入手进行分解的线性组合，是把观察到的现象分解为孤立的因素，然后再把这些因素在实践中或理论上综合起来，表现观察到的现象；系统思维方式则是从整体出发的一种系统综合和协调，是相互作用代替了线性因果关系；有组织的复杂事态代替了无组织的总和及统计事件。因此，系统科学要求用有机整体观念代替机械整体观念、用多向的多维联系代替单向的线性因果联系；要求对系统进行多侧面研究：不仅要研究它的内部结构，还要研究它的外部功能；不仅要研究它的现状，还要研究它的历

史；不仅要研究系统本身，还要研究它的环境——从而把单向分析与多维分析、纵向分析与横向分析有机结合起来。阿 Q 是个众所周知的人物形象，林兴宅同志运用系统思维对阿 Q 形象作了多向、多层次的动态分析，在研究上取得了新的突破。

系统科学还具有横向性特点。系统科学打破了学科领域的界限，在各门学科中普遍显示出自己的巨大作用。随着时代的进展，它已成为可以横跨各个学科具有普遍理论意义和实践意义的学科了。

系统科学的发展及其在自然科学社会科学领域的广泛应用，具有现实的客观性和历史的必然性。在新技术革命时代，科学的触角广泛地深入到物质世界的各个领域，揭示出一切客观事物都是具有信息过程和控制运动规律的复杂系统。从微观到宏观，从宏观到微观，从无机界到有机界，从生物界到人类社会，一切都自成系统又互相联系，整个世界就是一个纵横交错、信息畅通的复杂系统。系统科学的产生，为人们的研究问题提供了一套新的认识程序和新的思维方式，这就有利于人们对复杂的自然现象及社会现象进行准确而全面的认识。

系统科学的未来发展呈现两种前景：其一，系统科学把控制论、信息论、系统论进一步统一起来，其中也包括系统工程、自动化技术、通信技术及人工智能等，形成一个十分广阔的研究领域；其二，控制论、信息论和系统论在密切合作的前提下，分别独立发展，为推动现代科学和社会的进步分别做出自己的贡献。

系统科学作为整个方法论系统中的一个中间层次，一端与哲学方法即唯物辩证法直接衔接，成为唯物辩证法的丰富

和发展；另一端又与具体科学方法紧密结合，是以自然界及社会中所有事物的共同属性与普遍联系的系统作为考察对象的新方法论。它的产生，已经彻底地改变了世界的科学图景和当代科学家的思维方式，产生了重大影响。

2. “骡子”纺织机

——横向思维与系统科学

18 世纪 60 年代，英国纺织工人格里渥斯和他的夫人贞妮共同发明了贞妮纺车，将纺织效率提高了 5 倍，纺出的纱线十分均匀，然而存在着一大缺点：不够结实。后来一个叫阿克勒斯的人发明了水力纺车，将纺织效率提高了几十倍，纱布也结实了，然而又出现了一个新的不足：不够均匀。这时，另一个青年工人克伦普敦动了一番脑筋，比较了两种纺车的优点和不足，经过分析综合，研制成一架新纺车，纺出的纱布既均匀又结实，而且效率提高了 300 倍，这就是历史上第一架纺织机。克伦普敦给它起了个有趣的名字——骡子，意思是说它就像马和驴的杂交后代骡子具有马的耐性和驴的羴性的共同优点一样。现在各地普遍种植的杂交水稻、杂交玉米，还有优选的杂交鸡鸭猪牛等，都因其具有父母双方的优点而提高了经济价值与商品价值，倍受人们的喜爱。

杂交，实际上是不同种类间的横向结合。当代科学的发展，需要学科间的横向联合，需要一大批纵横捭阖的人才，需要横向的思维方法，系统科学就是一种横向思维的科学方法。

横向方法，一般指自然科学与社会科学、人文科学等不同学科间横向移植的科学方法。如自然科学的某些方法，虽然以

不同的自然现象为对象,但自然现象与社会现象、人文现象之间,在范畴、规律、法则方面有许多相似之处。因此在不同学科间进行科学方法的移植、借用,不但是可能的,而且是必要的。随着科学的不断发展,促使人们改变以往的思维方式和研究方法,寻求各学科之间的横向联系,去应用横向方法进行研究,特别是自然科学方法被广泛地应用于社会科学研究,日益成为社会经济发展的重要决策手段,推动了社会科学的发展和社会决策的科学化。中世纪前,人们对大自然的认识是以整体为对象的,自然科学和哲学社会科学处于浑然一体的状态,自然科学方法与社会科学方法是统一的,即自然哲学方法。他们凭直觉笼统地描述整个世界,自然科学研究与社会科学研究两位一体;15世纪下半期开始,人们改变了方向,着重去考察整体中那些能够明确区分和界定的对象,产生了力学、天文学、物理学、化学、生物学。于是,对整体的分割研究上升到主要地位,对整体的综合研究退居二线。这种分门别类的研究,使人类对大自然的认识达到相当的广度、深度和精度。然而,各门学科像一个个的堡垒在语言、方法上互不相通,研究者各自为战。把自己束缚在专业学科这个堡垒之中,不能全面考察客观世界。近代以来,自然科学迅猛发展,向社会科学发动了一次次冲击。牛顿的经典力学体系和方法,冲击和影响了17~18世纪西方古典哲学和整个社会科学。由于当时力学发展最快,特别是万有引力定律非常成功地说明了地球和天体运动的基本规律,促使人们把整个宇宙看成具有机械结构,完全作机械运动的图景,他们力图用力学定律去解释自然界所发生的一切现象,这样,自然界一切过程都按照机械的必然性发生和进行。于是那种机械的孤立、静止的形而上学方法,在绝对时空中寻求决定因果律的抽象方法,以及一些观察、类比、归

纳、演绎等自然科学应用的方法，被广泛地移植和渗透到几乎所有的社会科学领域，所以人们称 18 世纪为“力学世纪”。那时的哲学家、经济学家、历史学家等，都以机械力学的内容和方法来建立自己的学说体系和理论。如从配第到李嘉图的英国古典政治经济学，成功地采用了自然科学中从现象到本质的抽象方法，研究了资本主义生产关系的内部联系，在价值论、工资论、地租论等方面为马克思的经济学说奠定了基础。特别是配第 1690 年发表的《政治算术》一书，第一次将数学方法用于经济学研究。到 19 世纪，由于自然科学的一系列重大成就，如康德的星云假说、赖尔的地质渐变论及元素周期表等，一方面将形而上学的自然观和方法论打开了一个又一个的缺口，另一方面又为辩证法的产生准备了条件。尤其是 19 世纪中叶能量守恒与转化定律、细胞学说和进化论的发现，充分揭示了自然界一切事物和现象的固有辩证法，提高了人们对自然界的相互联系的认识。于是，科学探索的战略目标，又逐渐转移到对整体各部分的共同活动和相互作用的研究方面来。马克思恩格斯正是在这种自然科学方法论的基础上，创立了唯物辩证法，为马克思主义哲学和整个社会哲学奠定了最高的科学方法的基础。

近代以来，科学发展的总趋势是分化，从而导致了学者们在各自的领域进行分门别类的研究，“老死不相往来”。这种单纯纵向开拓的方式，使不少人钻进象牙之塔。他们在自己的领域内是专家、是权威，而在自己专业领域之外却孤陋寡闻，一无所知，即所谓“隔行如隔山”；这种狭窄的专业化，使某些人仅习惯于使用传统的本学科的研究方法，而对其他横向移植的方法不闻不问，甚至冷漠排斥。20 世纪三四十年代以来，科学技术的发展趋势是既高度分化又高度综合，横向发展的特

点十分突出,学科渗透的趋势日渐明显。哲学、社会科学和自然科学将逐渐汇总为统一的人的科学,各门学科间的渗透与交叉融合,将会形成统一的概念范畴和方法体系。在这种背景下,作为新兴的横断学科的系统科学“三论”应运而生。它的诞生,标志着人类科学的又一次重大突破,带来了科学方法论的又一次重大变革。系统科学是一组科学群,其基础理论包括信息论、控制论和一般系统论,其应用学科主要有系统工程等。近年来又发现了系统自组织理论(如耗散结构论、协同论、突变论等)和该系理论等更为一般的系统理论。

由于这种横向方法不是像过去那样把复杂系统分解为简单系统,而是把它如实地视为复杂系统,力求从某一方面来驾驭复杂系统的共同规律,使科学“连横”,使各门学科的关系由互不问津到密切联系,从而在概念、语言、方法上筑起了一座座由此岸通往彼岸的桥梁。因此它的运用,使得边缘学科异军突起,推动了自然科学和社会科学的发展。自16世纪近代自然科学产生以后的300多年间,人们把扑朔迷离的大千世界划分为许多研究领域,建立起众多的学科,给科学研究带来了方便,但也使各学科之间出现了空隙。如19世纪70年代。对于电花对化学分解和重新化合的影响问题,物理学家说,这是化学家研究的事情;化学家则说,这更适合于物理学去研究。双方互相推诿,将皮球踢过来,踢过去。这时,恩格斯却看出了物理学与化学之间的内在联系,在《自然辩证法》中预言:“在分子科学与原子科学的接触点上,双方都宣称与己无关。但是恰恰就在这一点上可望取得最大的成果。”果然,在此预言后的一年多时间,作为边缘科学的电化学便亮相了;运用横向科学的方法,看出自然科学与社会科学的联系,找出它们珠联璧合的结合点,就会在科学园地开出奇花异葩。

系统科学的兴起,说明人类科学思维发展到一个新的里程。三论方法的运用和边缘学科的异军突起,给这个新里程打上了跨学科研究的印记。近年来,旨在运用系统科学并综合计算机技术、神经科学、心理学和数学研究教育而形成的教育系统论,便是自然科学与社会科学跨学科而形成的大联盟。国际自动控制联合会和著名学术国际性组织美国电气电子工程师协会近年来投入大量精力,其主攻方向是机器仿生,模拟人的感知觉、记忆、联想和思维,如西蒙教授等研究的人的信息加工心理学、学习行为理论、人的模式识别。他们的工作吸引了大批心理学家和神经心理学家参加,在三维图像识别、并行处理、信息存取和信息压缩方面已研制出不少硬件和软件,随着第六代计算机的开发,他们的工作进展迅速,但距离真正的人的思维能力、想象与创造能力还相差甚远。系统科学是与电子计算机相伴生的。

随着耗散结构论、协同论和突变论的确立,在1990年6月于纽约召开的第八届国际控制论与系统论学术会上,首次设立了一个“教育系统”专题,会议结束后,组织这次会议的世界系统与控制论组织用了近一年时间审定增设了“世界教育系统协会”,总部设在意大利。上述活动包含一批中国学者的参与,中国传统文化中的系统“基因”与当代科技结合,使中国在教育系统方面的研究取得良好成就,被国际学术界评价为“对控制论与系统领域的具有特殊意义的贡献”,显示了中国科技界在此领域的优势。

历史已经证明,现实和将来会更强有力地证明,自然科学与社会科学之间相互渗透、相互贯通,是一种不可抗拒的、日益加强的必然趋势;横向方法也必将在一切学科领域发挥越来越大的作用;而作为横向方法的系统科学方法也必将越来越

越显示出自己旺盛的生命力。

3. 居维叶为何不怕“怪兽”

——科学方法的多向考察

一个深夜，法国古生物学家、比较解剖学创立者居维叶正在卧室睡觉，忽然被一阵怪叫惊醒。睁眼向外一看，一只头上长着两只大角的“怪兽”，将两个前蹄搭在窗棂上，疯狂地嘶叫着，张牙舞爪地露出一副凶相，大有破窗而入将他吃掉的架势。谁知居维叶仅仅瞄了一眼，便理也不理地翻过身去继续呼呼大睡。那“怪兽”见状只好丧气地溜走了。

居维叶为何不怕“怪兽”呢？当第二天人们问他时，他说出了个中奥秘：他知道这怪兽不会吃人，只能吃草。原来他是运用演绎推理的科学方法得出这一结论的。居维叶经过长期、反复的观察解剖，早已掌握了各类动物的特征，草食动物尽管躯体容貌不同，但一个特征是它们共有的，那就是有四蹄。根据这个前提，居维叶推出了结论：这是只草食动物，具有吃草的食性和温顺的脾气，不会吃肉。因而他一点也不怕那“怪物”的凶相。其实那个怪兽并非动物，而是居维叶的一个学生搞的恶作剧。他头上戴起面具，手上套着蹄子，想吓唬一下他的老师。不料露出破绽，被老师识破了。

在现实生活中，像居维叶那样善于运用科学方法的例子不胜枚举。军事家、政治家们，言必称“战略”、“战术”；哲学家、科学家们则把方法、方法论作为专门研究对象；我们要搞一项技术革新或发明创造，必定要想想路子是否对头；办工厂、下“海”经商，不讲究经营有方、生财有术，则定会亏损赔本；教子

有方，子女则会大有出息；善于周旋，处世则能游刃有余；养生多道，身体则健康长寿……

什么是方法呢？在丰富的汉语词汇中，除了“方”、“法”外，还有“道”、“术”、“策”、“计”、“谋”、“略”、“办法”、“路子”等表示法；黑格尔在他的《逻辑学》中给方法下的定义是“它（内容）的形式的普遍性”，黑格尔首先强调方法不是内容，而是形式，是带有普遍性的形式。如精读法、批注法等读书方法本身即是带普遍性的形式：不管我们读什么内容的书，文学名著也好，理论著作也好，方法却是基本相同的；黑格尔还强调与结论相比，方法更为重要。他说，“手段是一个比外在含目的性的有限目的更高的东西；——犁是比由犁所造成的、作为目的的、直接的享受更尊贵些。工具保存下来，而直接的享受则会消逝并忘却。”科学活动作为人类的一种特殊活动，也有自己的工具即认识手段，而方法则是认识手段的重要方面。从现代科学的意义上讲，方法是指科学研究者认识客体及其规律的中介，是人们从事科学活动的行为方式，是从理论和实践上把握现实，从而实现一定目的的途径、手段和方式的总和。科学的发展，是个推陈出新的过程，每当旧的理论被新的理论所取代时，总要运用新方法重新组织新的和旧的材料。因此，在认识发展过程中，方法是从旧理论走上新理论的桥梁和渡船。亚里士多德曾说过，“推动一个物体的力不再去推它时，原来运动的物体便归于静止。”17世纪中叶的伽利略运用新方法推翻了这一错误观念。他想：一个人推一辆车在路上走，突然停止推车，小车并不马上停止，还要再走一段路。如果毫无摩擦，小车便会永远运动下去——这一发现固然是个伟大的功绩，更重要的是他给科学事业带来一种超出直观的理性方法，发动了一场方法论革命，把自然科学从纯粹的肉眼直接观察中解放出来，

教给了人们重新审视新旧事实材料得出新发现的方法,开创了一个新的方向。正是沿着这个方向发展下去,才产生了牛顿力学,所以爱因斯坦称赞伽利略的发现及应用的推理方法是人类思想史上最伟大的成就之一,而且标志着物理学的开端。下面我们从不同角度考察一下方法的重要作用。

从历史发展角度看,人类社会的进步,新原理的提出,新概念的制定,新学科的创立,往往都与科学方法的运用密切相关。新的科学方法,能对思维产生强有力的启迪作用和引导作用,从而促使新思想、新观念的产生,推动科学的新发现。一部科学史,不仅是科学理论的发展史,也是科学方法的发展史:人类告别动物界,就是从掌握石器打磨法开始的;金属冶炼法的发生,使人类造出更精致、锐利的铜器与铁器,从而导致了农业与畜牧业、手工业与农业的两次社会大分工,形成人类早期的文明与繁荣;18世纪崛起的机器制造法,使人类跨入物质生产与精神生产空前发达的工业社会;20世纪以来的又一次科技革命,使人类方法观上升到新的更高的水平。爱因斯坦首先对现代科学方法做出突出贡献;奥地利哲学家石立克创立的逻辑实证主义,大大增强了哲学的方法论认识,使科学方法论开始成为一个独立的研究领域;近几十年来,科学方法论的研究不断向纵深发展,对现代生活及科技发展影响最大的方法论,莫过于被称为“老三论”的系统论、信息论和控制论以及被称为“新三论”的耗散结构论、突变论和协同论了,我们将其统称为“系统科学”,它是在人类由于科学技术和现代生产的发展而进入信息时代的背景下应运而生的。它的产生,使人类思维方式从“逻辑思维方式”发展到“系统思维方式”。

目前,社会科学领域与自然科学领域均出现了变革方法论的趋势。因为新时代科技革命的中心是开发人的智力,微电

脑的运用将代替人的某些脑力劳动职能,减轻脑力劳动强度,从而使人的智力在质的方向获得进一步发展。这里所说的“智力”,主要指处理信息的能力。这种能力的大小在很大程度上依赖于方法论的优越程度,所以人们称这次技术革命为“智能革命”:在信息社会,智力的竞争不再是知识的比赛,而是方法论的竞争。

通过历史考察,我们可以看出,科学方法与科学实践是相互作用、共同发展的:由初级到高级、由单向到立体、由孤立到系统,从而推动人类在认识发展的阶梯上一阶一阶地向上前进。

从方法论对人们的直接作用角度看,科学的方法可以帮助人们深入认识事物,发现新的真理。这个发现真理的过程实际上就是一个主体深入到客体,揭示客体规律性的过程。而主体要深入到研究客体,就必须以一定的科学方法作为中介——从粒子的不同命名,可以证明这个问题。粒子有3个名称:第一个名称叫“原子”,这是德谟克利特提出来的。“原子”在希腊语中是永远不可分割、永远不能再变之意。德氏认为,原子就是组成宇宙的最小单位,是物质的始原。19世纪初,英国科学家约翰·道尔顿对原子作出科学的解说,在《化学哲学新系统》中指出,“一切元素都由不可再分的微粒组成,这种微粒称为原子。原子在一切化学变化中都保持其不可分割性。”

粒子的第二个名字叫“基本粒子”。原子真的不可再分了吗?几十年后,人们就在电解质发现了一种最小电荷,一种元素的原子可以失去一个或多个电荷而成为阴离子。1858年,普鲁克斯发现阴极射线;1897年,约·汤姆逊发现阴极射线的本质,是由一些带一单位负电荷的微粒子所组成,这就是电子;接着,卢瑟福提出他的“原子模型”:原子中心有一个带正

电的核,带负电的电子围绕原子核转动。后来人们又发现,原子核也是可分的,它由质子和中子组成。

“原子不可分”的论断被推翻了,人们的认识推进了一步。但人们并未从这进步中总结出更具普遍意义的规律来指导自己的进一步研究,又一次落入传统方法的窠臼,提出了一个打着形而上学烙印的名字:基本粒子。其意思很明显,乃是构成物质的最基本的最小颗粒,这与德谟克利特的命名在思想观念和方法上是完全一致的。这种方法观阻碍了人们对事物的深入一步的认识,一段时期内,人们普遍认为基本粒子是没有厚薄大小的“数学点”,内部无结构,也无矛盾,彼此平等相处,形成“核民主”。于是人们在基本粒子面前止步了,认为对它的认识已达到终点。

粒子的第三个名字叫“层子”。后来人们通过科学实验发现,基本粒子并不是“数学点”,质子、中子均已测得半径的大小和电荷、磁矩的分布;基本粒子不是什么最小颗粒,电子也不是电荷的最小单位,还存在着一种分数电荷;基本粒子也不是没有内部结构。现已发现的基本粒子有 300 多种,按其质量大小可以排成一个“质量谱系”;丁肇中教授发现胶子的踪迹,为强子(基本粒子的一种)具有结构性和可分性提供了实验根据;基本粒子内部也非均匀平静的,而是有的地方空些,有的地方实些,有个半径很小的散射中心,会引起衰变和转化。1965 年至 1966 年,我国科学家朱洪元、胡宁等提出了闻名世界的“层子模型”。所谓“层子”,是比基本粒子更深一个层次的粒子,外国称之为“夸克”。这个命名,具有层层深化之意,是把这类粒子当作无限可分的一系列粒子中的一个层次来看待,它是人类认识微观世界的新起点,而非终结。过去的命名方式,表现了人们形而上学的方法论观念,势必影响人们对真理

的认识；而层子的命名，则表现出充满辩证唯物主义的新方法观，它势必会促使对客观事物作更深入的探索，从而发现新的真理。

在科学研究及其他发明创造中，理论与方法是服从于方向与目的的；然而一旦确定了方向与目的之后，科学的方法就起着决定性作用了。正因为如此，系统科学方法在今天的高科技时代才愈来愈显示出自己的重要作用并得到愈来愈广泛的运用。最后让我们以法国著名生物学家贝尔纳的话结束本章吧！他说：“良好的方法能使我们更好地发挥运用天赋的才能，而拙劣的方法则可能阻碍才能的发挥。因此，科学中难能可贵的创造性才华，由于方法的拙劣可能被削弱，甚至被扼杀；而良好的方法则会增长、促进这种才华。”

4. 机器人能吃掉人类吗

——新技术革命呼唤系统科学

宇宙考察团乘坐飞船降落在狮子星座的 V 星上，三名考察队员忙着安排好宿营地，吃完饭后立即投入研究工作；毕丁与詹姆斯坐喷气式直升飞机去研究行星，一周后回来；霍伦负责考察 V 星并看管仪器；机器人马柯斯专门看管营房。

第二天，忙碌了一天的霍伦躺在椅子上休息了片刻，站起来对机器人说：“我到外边散散步，你要把营房看好！”——他想出去舒展舒展，放松一下情绪。

“是！我就是营房负责人。”马柯斯应道。

“不要让星球人进来。”

“是，一定站好岗！”

一小时后，霍伦散步回来，却被机器人挡在门外：机器人只承认他是像霍伦的人，却不承认他是霍伦。因为真正的霍伦是应该知道进营房的暗号的，这个人却不知道。原来毕丁他们临走时给机器人换了暗号，却忘了告诉霍伦。所以霍伦只知道以前的暗号“钟声”，不知道新换的暗号，不能回答机器人的提问。

霍伦费尽口舌，毫无用处：机器人六亲不认，半点也不能通融。毕丁他们还要一周时间才能回来，怎么办？霍伦灵机一动，他想机器人只认程序不认人，既不能修正也不能改变程序，这是机器人逻辑推理的缺陷，我何不将机器人的这一短处变为自己进营门的有利条件呢？于是他四肢着地，一边爬行，一边口中嗡嗡叫着，直到爬进了营房。

机器人想：“人是用两条腿走路的，而爬着走路的不是人；我的任务是不让星球人进营房，所以对爬着进营房的人不必管。”——这就是机器人的思维逻辑。

这虽然是个科幻故事，但在新时代技术革命中，幻想不仅变成了现实，而且机器人远不止是看守营门而是广泛应用到许多领域：

日本的一家医院内，有位身高1米左右的“人”，检验室工作人员只要将某病人的病历和检验物质分别放在他身后的口袋中，向前一推，他就会说“请跟我来”，并带领病人很快地走到30米以外的检验室中。这个人其实不是真人，而是由日本佐贺大学木村一路教授和佐贺医科大学只野寿太郎教授于1987年4月共同研制成功的全日第一台医院用机器人。这架机器人重约30公斤，其工作原理是：铺在地板上的黑色绝缘胶布反射机器人发出的红外线，通过机器人底部的感应装置发生感应，便以每小时一公里的速度沿胶布前进。

美国匹兹堡机械人制造公司推出的一个名叫“麦林”的机器人,可以拿起一根千分之7英寸的细针,穿过千分之9英寸的针孔而不会触到针孔边缘;英国伦敦大学帝国学院设计的一种新式机械人抓爪,能抓夹任何形状的物体;另外还有会打网球、乒乓球的机器人,能识别香味的机器人等,说不定机器人将来会变成智能型真人。怪不得西方某些人士宣称:机器人能够思维,可以自成种族,被人类接纳为社会成员;更有人预言:机器人将来要统治人类,人类将成为计算机思想家的玩物或害虫,成为他们低级发展形式的回忆,保存在将来的动物园里,供机器人参观,人类的末日即将来临!

悲夫!人,制造了机器人,原是自己服务,造福人类的,想不到作茧自缚,竟要死在机器人手下!难道机器人真的会吃掉人类吗?当然不是的,因为机器人只认程序不认人,就像我国古代寓言《郑人置履》中那个郑人一样,只认“度”(量脚的尺码)不认脚,离不开编排好的程序。所以机器人即使有思维,也是死抱教条的,无法与人的灵活机动的思维相比拟,人永远是设计、制造和控制机器人的主宰。否定这一点,将人看成机器人的奴隶,甚至于认为人将来只能向机器人投降,俯首贴耳任其摆布,那是奇谈怪论。

20世纪70年代以来机器人技术迅速发展并广泛应用的事实,从一个侧面有力地说明了新技术革命对社会发展和进步所起到的巨大促进作用。首先它提高了劳动生产率,使生产力飞跃发展。更重要的是促使生产力系统内部结构、劳动方式的各方面发生了质变。在高新技术发展过程中,电子计算机及机器人显示出极其重要的作用和强大的威力。人们将它放到各行各业中,让它充分发挥作用,如开篇提到的应用在医疗等部门的机器人。它们的广泛应用,给人类带来的好处是很多

的。它可以使生产过程完全实现自动化,提高产品质量和工作效率。有的国家一些工厂搞“无人化”生产,日本某些街道小厂使用机器人,丈夫对外联络,妻子给数控机床和机器人编程序,两人即可经营。

其次,运用新技术,进行自动化管理。新技术革命不仅提高了生产自动化水平,而且也使劳动过程的管理从经验管理上升到科学管理。托夫勒在他的《第三次浪潮》一书里把第二次浪潮中工厂的办公室管理工作分为两类:一类是“高度抽象的”,主要是指科学家、工程师、经理等,他们大部分时间用于开会、会见、发指示、起草文件、接电话、收集交流资料情报等类工作上;另一类是“轻度抽象的”,主要指秘书、办事员等,他们每天都从事着没完没了的刻板式的重复工作,而这些工作又与传递信息、情报有直接关系。这种管理方式,与今天“知识爆炸”的信息时代形成尖锐矛盾。在以新技术革命为标志的第三次浪潮时代,电子计算机系统的应用,信息网络的形成,赋予管理以崭新的技术手段,使管理构成了科学体系,促进了经营管理和生产过程的优化及决策的科学化,使生产力各要素得到最佳组合。新技术在管理系统应用的重要标志是文字处理机的电子设备出现在办公室。1984年4月,东芝在东京新建一栋40层大厦,利用光导纤维技术和通用的同轴电缆,将各层楼和各办公桌之间接通,形成一个高速信息网。大厦的“局域网”每秒钟能传送百兆比特数据(相当于3万门电话线路)。总共有850座自动办公机进行办公室工作,其中有7座主电脑机,另外有个人电脑、文字处理机、传真机等;日立公司在东京的18层大厦,约有3000名工作人员,目前操作应用的文字处理机、个人电脑等达数百个,约有2000多名雇员受过电脑操作训练,而大厦系统的设计是要容纳4000终端机,等

于每个雇员一个。在推销部改用电脑化数据及缩微胶卷和光学片,大大减少了纸张堆积现象,并正向无纸办公室发展。

用电子计算机处理文字资料与人工处理相比,具有极大的优越性:用计算机操纵的打字机,一分钟内能打印1~2万行字,而一般的手工打字机最快的一分钟打两行——提高效率5000~10000倍。

同时,高新技术的发展为丰富人们的精神生活、提高科学文化水平、发展人类精神文明创造了有利条件。人们的日常生活中,例如一套全自动化民用住宅,可集中现代先进的电子技术:它的神经中枢是小型电子计算机,能担负各种繁琐的家务:早上叫醒主人起床,为主人做好丰盛的早餐;自动开启电视,让主人收看当天新闻;开启洗衣机洗衣服,开启吸尘器打扫卫生;监视非法入侵者并报警;通报来客、防火灭火、控制照明和空调;还能将电话内容贮存起来,让主人下班后播放录音机以知晓电话内容,等等。这就使人们摆脱了家务纠缠,节省大量时间从事学习与娱乐活动。它还扩大了人们受教育的机会。新兴技术应用到教育领域,改进了教育手段,促进了教育质量的提高,方便了人们的学习。据报纸登载,美国纽约社会研究新学校开办了一项越洋电讯教学,学生和教师可在世界各地同时研究同一课程。参加听课的学生装设个人电脑和电话后,只要一拨特定号码,便能把信息传至中央电脑,届时可与同学老师联系,可听老师讲课,可与同学讨论。一些发达国家已开始用电子计算机答疑,老师讲完课后,学生有疑难问题可于课后找计算机,面对它提出疑问,计算机就会回答所问问题,这就代替了教师的部分教学工作。日本精工表厂生产了适于中学生应用的袖珍有声辞典,体积小而携带方便的微型录音机,学生可带到教室,一边听讲一边录音,课堂专心听讲、课

下打开录音机反复听,深入理解,从而解决了听讲与记笔记之间的矛盾。

在美国,已掀起3岁儿童学电脑的热潮。因为据心理学家和医学家们研究,婴儿生长7~10个月即能辨认妈妈的声音,9~12个月便开始对周围环境进行探索,逐渐认识新事物;专家们还认为,人的大脑和神经的成长,1周岁时已达成人70%,到3周岁已基本完成。因此3周岁是足以影响一个人将来的重要发育期,是学前教育最关键、最适宜的时期。所以一些家长不惜代价为孩子3岁学电脑而奔波。据未来学家估计,至本世纪末下世纪初,现在学校中的上课方式将基本不存在,教科书和笔记将被电脑取代,人的学习机会将大量增加,学习质量将产生新飞跃。

科技进步是推动历史前进的动力,正在兴起的新技术革命,必将作为新的革命力量,对生产、经济、家庭和生活各个领域产生深远影响,从而推动社会更迅速地向前发展。

新的时代,呼唤和造就着新的思维方式和科学方法。本世纪应运而生的系统科学,就是在新兴技术发展进程中已经广泛运用并将得到更加广泛运用的科学的思维方式和科学方法。

5. 从都江堰的兴建到阿波罗登月计划

——系统科学的发展

四川中部横于波涛汹涌的岷江内的都江堰,是座举世闻名的防洪灌溉工程。整个工程主要由分水堰、飞沙堰和宝瓶口组成,规模宏大,布局合理,兼有防洪、灌溉、航行三种作用,在

世界水利工程史上是个罕见的奇迹。

都江堰的三大主体工程 and 120 个附属渠堰工程巧妙配合,恰当联系,形成一个协调运转的工程总体,成功地实现了自动分流、溢洪排沙、自流灌溉三项效应,堪称我国古代具有系统思想方法设计工程的典范。

20 世纪的阿波罗登月计划,美国总共动员了 40 多万人、约两万家公司和研究机构、120 多所大学参加,投资 300 亿美元,历时 11 年,它的成功也是运用系统科学获得的成就之一。

阿波罗飞船和土星 5 型运载火箭,是一个庞大的系统。它由 700 多万个零部件组成,在总系统下面,有众多复杂的分系统,如飞船系统、火箭推进系统、燃料系统、飞行制导系统、轨道控制系统、通讯系统和测试系统等等。每个分系统下面又包含无数小系统,这些分系统或小系统之间都有着各种各样的相互联系和相互作用。阿波罗登月计划,全面贯彻了系统的整体性原则、联系原则、动态原则等,充分体现了总体优化的精神,标志着系统科学发展到一个崭新阶段。

关于系统和系统科学的研究虽然蓬勃发展于今天,然而系统科学的形成却经历了漫长的历史过程;系统思想的发展也是源远流长。

古代的人类,在从事各项社会实践活动当中,逐渐积累了经验,于是产生了朴素的整体思想。然而由于人们对自然界的许多现象及其内在联系还不能进行科学的解释,还不能从高层次的系统观上来认识和把握世界。很早以前,巴比伦人就开始用整体的思想来观察宇宙了。他们认为宇宙是一个密封的箱子,大地是它的底板,底板中央耸立着冰雪覆盖的区域,幼发拉底河发源于这些区域之间,大地周围有水环绕,水之外有大山,以支持蔚蓝色的天穹;古埃及人则认为宇宙是一个方盒

子,南北较长,底面略呈凹形,埃及就处于凹形的中心。天是一块平坦的或穹窿形的天花板,四方有天柱即天峰所支撑,星星是用锁链悬挂在空中的灯。在方盒的边上,围着一条大河,河上有一只船载着太阳来往,尼罗河是这条大河的支流。这是最朴素的系统描述思想;我国是系统地认识事物间的联系,从事军事系统、农业系统、水利土建系统、医学系统等研究活动较早的国家。《孙子兵法·计》从天时、地利、将帅、法制等各方面对战争进行了系统的分析和考察,从而在揭示一般战争的规律之时,为人类如何实现各类系统的优化管理作出了示范;在对系统的经验认识基础上,人们逐渐形成了对系统的哲学认识。如《易经》认为,宇宙的初始是浑然的统一体太极;太极生两仪即天地;两仪交感生出四象;四象运行则八种自然物齐备,形成八卦,“八卦定吉凶,吉凶生大业。”可见早期八卦说认为万事万物无不是上述八种自然物的衍生物。五行八卦构成了自然系统,这是我国古代朴素的系统观点。总之,自然哲学式阶段原始系统思想是直观、简陋、朴素的,然而却包含了整体观因素。

15 世纪以来,形而上学的分门别类的研究事物的方法开始取代古代朴素的系统整体地观察事物的方法。因为当时科学的系统观尚未建立起来,科学技术又未达到应有的水平,所以一时还难以全面客观地认识和把握现实世界的系统整体。在这种情况下,人们只好把本是整体系统的自然界分割成碎块来研究,这就是还原论。从 16 世纪的弗兰西斯·培根经 17 世纪初的霍布斯到牛顿,机械的整体性思想发展到顶峰,并贯穿到力学和物理学当中。这种机械唯物论,同样看不到世界是无数个系统相互联系、相互作用的复合体,而把客观事物看成是孤立静止的死物。

自然科学的成就,促使辩证的系统观最终确立。19 世纪的三大发现,引起了人们认识的根本改变。细胞学说发现了一切生物都是细胞构成和按规律分裂发育的体系,从而打破了机械唯物论对自然界的看法;能量守恒定律发现在一定条件下能量可以互相转换的规律,打破了以往任何事物“不生不灭”的说法;达尔文的进化论对物种变异现象的发现,打破了唯心主义的“创神论”和“目的论”。辩证的系统思想的确立同进化论有直接的渊源关系;进化论认为生物是一个变化的系统,是在外界自然条件的影响、选择下,相应地改变本身的内部结构的系统,这个思想同现代系统科学中的开系统理论是一致的。

19 世纪中叶,马克思关于辩证唯物主义的物质世界整体联系的思想,是对辩证系统观的高度的哲学概括。马克思、恩格斯在他们的著作中多次从哲学高度明确使用系统概念,表现出系统思想;而唯物辩证法的一个重要思想就是系统性、整体性和联系的思想。如果说,朴素唯物主义仅认为世界统一于气、水或木金水火土等几种物质,机械唯物主义仅认为世界统一于物质的某一层次,那么辩证唯物主义则认为世界统一于物质,统一于客观世界系统。

第二次世界大战时期是系统思想的实际应用时期。1941 年 12 月 7 日,日本偷袭珍珠港,二次大战全面爆发。由于战争的需要,产生了运筹学。“运筹学”是取军事上“运筹帷幄”之意。战争把大规模的军事系统作为科学研究的对象,要求一种运筹方法,组织对敌斗争策略,特别是保证通讯联络畅通、情报准确无误、上传下达迅速,所以运筹学又是军事科学的产物。战争的爆发,促使美国加快原子弹研制步伐,在 1945 年春天制成了三颗原子弹;7 月 16 日第一颗原子弹在美国本土上

试爆成功；8月6日，一颗名为“小男孩”的铀原子弹在日本广岛上空爆炸，摧毁了这座有35万人口的城市；8月9日，另一颗名为“胖子”的钚原子弹在长崎上空爆炸，约14万人丧生。这次原子弹的研制，美国共动员了50多万人，其中包括15万科技人员，花费达22亿多美元，采用的是系统工程法。而在二次大战中，英美联军研究调遣方面的策略，采用的是运筹学。

19世纪末20世纪初，自然科学发生了一系列革命：人们对物质世界的认识由分子水平进入原子水平，又进入电子水平，并开始进入基本粒子水平；爱因斯坦1905年提出狭义相对论，1924年至1926年量子力学确立；50年代生物学领域有了重大突破，60年代开始量子生物学研究。这几个学科的突破，引起了数学、物理学、化学、神经心理学及心理学的新突破和发展；尤其是1912年创立的格式塔心理学为后来系统理论的发展起到了直接的推动作用。

随着系统科学理论的逐步发展，一般系统论已广泛深入生物学、物理学、心理学及社会学、行为科学、管理学及哲学等学科，给各门学科带来新的动力和新的方法。它沟通了自然科学与社会科学、技术科学与人文科学之间的关系，促进了现代科学知识的整体化趋势。

我国著名科学家钱学森，从50年代初开始从事系统工程的研究，积累了丰富的经验，构想了系统科学的完整体系。他从自然科学“三阶梯结构”中受到启发，设想系统科学既然是与自然科学属于同一等次的科学部门，不会只有“系统工程”这一级阶梯，也应有一级阶梯。而当时系统工程是一级阶梯，还有它的理论“运筹学”是一级阶梯，比起自然科学来缺一个台阶。于是1980年提出了系统科学的第三个阶梯——系统学；又设想在系统学之上还有个更高级“系统观”——系统

科学体系最后完成了它的“四阶梯”建构。

这一体系的建成，不仅标志着客观世界在理论概括上系统化了，而且系统科学理论本身也系统化了。

中国古代有个“空中楼阁”的故事，那个只要空中楼阁，不要楼阁的基础及“地上楼阁”的人的思维方式是可笑的；同理，系统科学的发展也不是“空中楼阁”。纵向看，它是从古代朴素的系统思想的经验科学概括阶段经由哲学概括阶段又到量化系统科学阶段的发展过程；横向看，它的发展与时代经济状况尤其是科学技术的发展有着密切的关联。而系统科学的完整体系的形成及其广泛应用，正是高科技时代的必然产物。

6. 剪箭杆的医生

——谈 系 统

清代石成金的《笑得好》中记载了这样一个故事：

在一次战斗中，一个军官的肩膀上中了一箭，箭头深陷肉中，鲜血直流。他赶紧骑马跑到一个小城内，找人请来一位外科医生为他治疗。医生看了一眼，毫不在意地说：“这点小毛病，好治好治！”一边说着，一边拿过一把大剪刀，“咔嚓”一声，将露在肉外的箭杆剪断，把伤处用布一扎，就伸手要治疗费，准备告辞。

军官疼得更厉害了，看见医生要走，赶紧说：“你连箭头都没从肉中拔出来，怎么就走呢？”

医生摇摇头，慢条斯理地说道：“我是外科医生，外科手术已经做完；取箭头那是内科医生事，与我何干？”说完背起药箱扬长而去。

这个医生的说法与做法是很荒唐的。荒唐在他在治病时，把箭杆与箭头，割裂开来，孤立地、局部地进行治疗，而没有把它看成一个互相联系的整体与系统，这是不符合系统论原则的。

什么是系统？

寒冷的冬天到了，冰冻三尺，大雪纷飞，然而人们坐在家中，暖气给人们送来温暖，使人感到仿佛如阳春三月——这种效果，就是由暖气系统所发挥的作用。供暖系统又可分为能源系统、送暖系统等亚系统。这个系统包含这样几个条件：

(1)多要素。(2)各要素具某种特定功能。如“开采”的功能就是将煤从地下挖掘出来。没有这一环节，煤只能躺在地下睡大觉而不会走到地面上；“转换”要素的功能就是将固体的煤通过燃烧化为热能，没有这一要素，煤即使走到地面也不会转化为热能，等等。(3)就整个系统而言，有最终目标。如能源系统的最终目标就是把埋藏在地下的能源资源服务于人类的生产活动和日常生活。(4)有程序(或曰有关联)。如能源系统就是一系列过程及一系列设备等要素，按一定程序有机组合起来的系统。有程序，方能实现最终目标；无程序，则很难达到目的：能源系统的转化，必须按照先勘探，查明煤炭埋藏地点、再开采并运往目的地、然后通过各种设备将其燃烧，方能变为热能。如果不勘探，无目的的乱采掘，恐怕很难挖到煤；同样，如果不通过运输这一要素将煤由甲地运往乙地。那么乙地即使有再好的转化设备，也是“无米之炊”，产生不了热能。因此，在某系统中，诸要素之间必须依一定次序在时间上、空间上保持有机联系，以满足构成系统的条件。

在系统论中，“系统”是指一个要研究和处理的对象。对象不同，系统所包括的范围也不一样：一株植物，是由根、茎、叶、

花、果等部分所组成的，我们可以把它看作一个系统；一所学校，是由教职员工和许多学生组织的，也可以把它看作一个系统。小至原子，大至国家，都可以作为一个系统去考察。

钱学森曾经引用过恩格斯的一句话：“一个伟大的基本思想，即认为世界不是一成不变的事物的集合体，而是过程的集合体”。并指出“集合体”就是系统，“过程”就是系统中各个组织部分的相互作用和整体的发展变化。

同其他许多概念一样，系统可以从不同角度作不同理解和给出不同定义。但一般认为，由两个以上要素组合而成的具有一定结构的整体就可以看作是一个系统。说得确切些，系统就是由两个以上相互联系、相互制约的组成部分结合而成并且具有特定功能的有序统一体。这些组成部分通常被称为子系统，而这个子系统本身又可以看作为它所从属的那个更大系统的要素。在这个意义上，系统与子系统之间具有相对性，“许多组成要素保持有机的秩序，向同一目的行动的东西”就是系统。

在自然界和人类社会中，“系统”是无处不在、无时不在的。为了加深对系统的研究，有必要探讨其存在的各种形态。

系统的分类是比较复杂的。从系统与人的关系，系统与环境的关系，系统要素之间的关系学方面，可以分出许多种类来。

在浩瀚的大海里，生长着众多的浮游植物、浮游动物、小虾、小鱼、大鱼，还有食鱼的动物等。浮游动物在光合作用下吸收大气中的氮，浮游动物吃浮游植物，小虾小鱼吃浮游动物，大鱼吃小鱼小虾，食鱼动物吃大鱼，从而形成了一条食物链。在大海、河流等生态系统中，食物链是普遍存在的。它就是自然系统，即由自然物自然形成的系统。

人工系统即人类通过对自然现象和社会现象的科学认识,用人工方法研究出来的科学体系和技术体系。它的要素是人造的,是人类为了达到某种目的而建立的。如各种自动控制系统、工程系统、管理系统等。人工系统比自然系统复杂,因为其中加进了人的因素。对于来自外界的信息,自然系统往往只做机械的传输,而人工系统却加入了行为者的主体因素,要对信息进行选择、控制和处理。

一座连绵起伏的大山、一片郁郁葱葱的森林、一栋巍然挺立的楼房,它们虽然也有随四季的不同或时间的流逝而有青黄、新旧的变化,但它们的存在和运动的形式是相对稳定的,是稳态系统;夏天,暴风骤雨的突然来临,冬天,漫天大雪的纷纷降落,一个人的知识和能力水平经过长期学习锻炼后在某段时间内发生的激增和突变等自然现象和社会现象,它们的存在和运动的形式处于波动状态,是非稳态系统。区别系统的稳态和非稳态,主要看系统状态在输入输出后是否发生序列的涨落,涨落大的系统即为非稳态系统。

现代科学研究指出,一个大系统(比如社会结构)的内部子系统之间相互作用、相互适应的结果,可以有两种不同类型。一种是某子系统偏离原有适应态,与其他子系统相互作用后使整个大系统又进入新的稳定态,呈现促进型。另一种是某子系统偏离原有适应态后,与其他子系统相互作用的结果是消除了对原有适应态的偏离,大系统回到原有稳定态,呈现抑制型,其特点是:当各子系统对原有适应态偏离到一定程度后,会引起整个系统的崩溃,使各子系统之间作用方式发生突变,突变后子系统相互作用的后果是消除偏离,回到原适应态,依靠周期性崩溃,整个系统的结构呈现出巨大的稳定性。现代控制论把这种依靠同期性崩溃来保持自身稳定的系统称

为超稳定系统。有人认为中国封建社会就是这样一种超稳态系统。

15 世纪以后的旧中国,闭关锁国,盲目自大,割断了国内与国外的信息通道,变成一个封闭系统,导致了经济落后、被动挨打的局面;相反,开放系统始终与外界环境保持信息流,不断交换物质能量,因而蓬勃发展、富于生命力。如文学艺术就是一个开系统,它永远保持自身与广大读者系统的联系,作家作品与读者观众永远处在反馈耦合之中,文学创作与文艺批评就是这种反馈耦合的高级表现形态。

系统的“开”与“闭”是相对而言的,绝对的闭系统是不存在的。因为如果一个系统与外界完全隔绝,切断了信息通路,信息不能传输,结构与功能不能调整更新,系统就会老化和消灭。

另外,系统还可以分为“随机系统与确定系统”、“线性系统与非线性系统”、“相容系统和相斥系统”、“实体系统和概念系统”、“控制系统与行为系统”等等。

人类对现实世界的认识,经历了一个不断深化的过程,在真理的长河中逐步前进。

古人由于缺乏观测实验手段,缺少理论根据,所以对事物往往是只能睹其外貌,见其轮廓。犹如一个人身在林海边,只能望见一片郁郁葱葱,看不到一棵棵具体实在的树。

后来科技发展了,人们需要也能够打破沙锅问到底,把问题搞清楚。于是人们把复杂的、整体的系统分解开来,一部分一部分地进行研究。如果觉得还太复杂,就再分解。于是学科愈分愈细,研究的面越来越窄,犹如一个人已深入林海,但不知不觉地又只见树木不见了森林。近代科学的这种工作方法的出现,在历史上是一个进步,不这样做,研究就难以深入进

行。但这种方法又是形而上学的机械唯物论方法,由于它往往孤立静止地研究事物,因而得出的结论,只能限制在一个局部范围的条件下,如果放在更大范围内考察,这个结论就可能是片面的、错误的。

现代科技在古代系统思想的基础上,在马克思主义哲学基础上,做出了自己的贡献:首先,把系统一概念具体化了,使系统思想方法定量化了,成为一套具有教学理论、能够定量处理系统各组成部分的联系和关系的科学方法;其次,提供了分析系统的理论和方法,即把事物当作一个整体来研究,把研究对象看作一个系统,从系统整体出发来研究系统内部各组成部分之间的有机联系和外部环境的相互关系,这就是综合的研究方法,犹如一个人在深入林中对树木有了深入了解之后,又回过头来,不仅看到了“郁郁葱葱”,而且看到了“树密、根深、枝繁、叶茂”。因此,系统研究方法的产生是社会的进步、历史的必然。

7. 猫为何跳河自杀

——系统与联系

本世纪 50 年代初期,在日本的水俣县,一连几天,人们看见许多猫狂奔着,纷纷跳进滔滔的河水,一会就沉没了。

猫为何要跳河自杀呢?人们对这奇怪的现象百思不得其解。

又过了些日子,更奇怪的事又发生了:一些居民突然四肢麻木,神经失常,不是酣睡不醒,就是兴奋异常。渐渐地,疼痛难忍,大声惨叫,身体弯成弓形,直到悲惨地死去。

这是得的什么病呢？人们不知道；什么原因造成的呢？人们也不知道。

过了很长时间，人们才发现罪魁祸首是“汞”。在河上游的一家工厂，天天将含有汞的污水排入河道。位于下游的水俣县居民和动物吃了污染的河水，中毒后而得了这种“水俣病”。

然而，一般的汞进入人体之后，大部分会迅速排泄出去，不会积存体内，不会致病，更不会致命，为什么在水俣县例外呢？人们经过仔细考察、深入研究才发现了其中奥秘：生态系统是个联系的整体，由食物链将人与自然界联系了起来。在河流这一生态系统中，形成了一条浮游植物、浮游动物、小鱼、大鱼、食鱼动物的食物链。只要其中一个环节被污染，整个食物链就会受到程度不同的危害。人吃了食鱼动物和鱼就得了“水俣病”，猫也一样。“水俣病”，就是工厂将汞排入河内，经微生物的作用转化为甲基汞而引起的：甲基汞进入人体后会积存在人体中枢神经，导致中毒者神经失常。

这件怪事说明，世上万事万物都是互相联系的。这种联系，是普遍的、复杂的、变化的。

现实中的客观事物形态各异，社会现象五彩缤纷。但我们只要运用联系的观点稍微仔细地观察一下就会发现，它们都不是孤立存在的，都与其他事物或现象相互联系着。世界是一张巨大的“网”，各种事物和现象是“网眼”，一个个的网眼相互依赖、相互联系就交织成了这张网。法国的启蒙思想家、哲学家狄德罗曾讲过一个“大理石变成人的肌肉”的故事：将大理石粉碎成细末，和腐殖质混在一起，使它腐烂后变成腐殖土。将腐殖土作为肥料施到大白菜地里，长成大白菜。人们吃了白菜，其养料为人们所吸收，变成肌肉。于是，大理石变成肌肉，和肌肉联系了起来。可见，自然界中的非生物系统、生物系统

各自内部是互相联系的，它们之间也是互相联系的。

人类社会也是相互联系的。社会是由人构成的，但不是一一个个彼此孤立的凑合而成。任何人都要生存。为了生存，就必须结成一定的生产关系；任何人都要交往。为了交往，为了从事社会活动，就要结成其他社会关系。因此，任何人都生活在一定联系之中，都和别人发生社会联系。一个国家、一个阶段、一个政党、一个集团，要存在、要活动，也必须与整个社会发生联系。所以，世界是一个普遍联系的整体。

事物与现象间的联系是多种多样的。有直接的联系。如一个班的同学，同学与任课老师；一个人的爸爸妈妈，亲戚朋友；经济基础与上层建筑，社会主义社会和资本主义社会……这种不用中间环节的联系即直接联系。

直接联系是显而易见、一目了然的。间接联系则不然。它要经过中间环节，有的甚至要经过许多中间环节，经历拐弯抹角、曲折迂回的途径，才能发生联系。比如上文所举一例，大理石粉碎成末和腐殖质混在一起，二者是直接联系，很容易看清楚；但大理石与肌肉之间的联系，则是隐蔽的，“水俣病”与工厂排出的含汞的污水的联系，也不是一目了然的。要看出它们之间的联系，则需费一番脑筋，经过认真考察，脑子里拐几个弯。

客观世界的联系，远比人们想象的要复杂得多，有些间接联系，要经过不知多少次的转化才能建立起来。这种联系往往不被人们所认识，需要经历一个漫长的过程，在反复的实践中探索、总结经验，才能认识清楚。

认识到客观事物的间接联系，是非常重要的。因为只有充分认识这个问题，才能深刻理解辩证唯物主义所说的一切事物都是互相联系的道理。世间一切事物，都是通过直接间接等

各种形式的联系,建立起自然现象之网、社会现象之网、思维现象之网。如宇宙间大至宏观的巨大天体,小到微观的粒子都在自然现象之网上;人作为社会中的一员,更是每时每刻都在和周围的人事等发生密切联系。小说《鲁滨逊漂流记》中的鲁滨逊,只身孤影,流落荒岛,看来是远离了社会,远离了人群,与社会没有了联系。然而他运用的各种生产技术和科学知识,是从社会上学来的,他带的火药枪支等,是社会提供给他的。当他运用这些技术和武器时,就与社会现象之网连在一起;当他考虑如何抵御自然灾害、如何改善生活时,他又与思维之网建立了联系;当他在岛上种植小麦维持生命时,与自然现象之网等也连在一起。如果他真的完全与这些联系断绝,他只有死路一条:不是饿死冻死,就是被野兽吃掉。

因此,否认事物间的间接联系,只看到它们的直接联系,就会否认事物的普遍联系。

事物的间接联系是通过什么形成的呢?人们又通过什么来认识这种间接联系呢?回答只有一个,那就是通过“中介环节”。

古代有一种“鸟”,叫“始祖鸟”,体形大小如鸦,背有羽毛,和动物一样有四足,与动物不同的是后足有趾,3趾向前1趾向后;前肢已成双翼,但双翼上还有3个分开的指骨,指端具爪,尾很长,尾椎达20个,颌上有牙齿。它虽叫“鸟”,又与爬行动物近似,是似鸟非鸟,似兽非兽,似爬虫非爬虫。它的化石发现于德国侏罗纪晚期地层中,是爬行动物进化到鸟类的过渡类型。这种生物界发展过程中的中间阶段,以及社会发展和社会上所有事物的过渡状态,是事物间接联系的“中介”。中介是事物发展的过渡或转化的必经阶段。

“中介”还能把客观存在的不直接发生联系的和各种不同

时并存的事物联系起来。如开篇所提“水俣病”一例，汞进入体内，会排泄出去，不会与中枢神经相联系。但当由微生物这一中介的作用将汞变为甲基汞后，就使甲基汞与中枢神经发生直接联系，导致“水俣病”。于是，汞就与水俣病经过中介联系起来，成为导致此病的病因。

“中介”还是事物内部各因素之间的中间环节；作为事物的桥梁、手段和工具，将两种事物联系起来，或使一般通过特殊与个别相联系。

认清事物的普遍联系及直接联系与间接联系的转化，对于我们认识事物、处理问题具有重要的意义和重大作用，大家不妨看两个例子。林肯在任总统前是个律师，因辩清了一件冤案而出了名。事情是这样的：林肯的一个朋友的儿子阿姆斯特朗，被人诬告谋财害命。诬告者收买的证人福尔逊一口咬定亲眼看见阿姆斯特朗用枪击毙了死者。被告蒙冤，但有口难辩。林肯听说后，主动要求担任被告辩护律师。他反复调查了现场，翻阅了全部案卷，作好了出庭辩护的准备。

复审时，林肯对证人交叉提问。证人再次发誓说是在10月18日晚11点钟的月光下亲眼目睹了作案经过：他在东边草堆后，被告在西边离草堆二三十米处的大树旁。因为月光照在被告人脸上，所以看清了是阿姆斯特朗。提问完毕后，林肯当众宣布，这个证人是个骗子。他说，10月18那天是上弦月，11点钟时月亮已经下山了，哪里会有月亮？退一步说，证人把时间搞错了，时间还早，月亮还未下山，但月亮应是从西向东照射。草堆在东，大树在西，如果被告面向东，脸上照不到月亮；如果面向西，月亮照在脸上，但背向证人——无论如何，证人也不会在离大树二三十米远的地方看清被告的脸。

林肯的辩护，击中了要害，福尔逊瞠目结舌，一句话也说

不出来。法庭上爆发了一阵掌声和欢呼声，阿姆斯特朗被宣告无罪，林肯也在全国出了名。林肯之所以辩护成功，关键就在于他以严谨的科学态度和丰富的知识，指出了事物之间的联系。如时间与月亮的联系；证人能看清作案人的面部与自然条件（月光）的联系；月光与照见作案人身体部位的联系及其与证人能否看清被告面部的联系等等，并运用推理，从已知的判断中通过揭示联系为中介推出了新的判断。不然，阿姆斯特朗定会含冤莫白。

联系的多样性表现在事物与现象间不仅有直接联系和间接联系，还有本质联系与非本质联系，必然的联系和偶然的联系，表面联系和内部联系，原因和结果的联系，可能和现实的联系等。全面深入地认识这些联系，能帮助我们深刻地了解事物，正确地对待现实生活中的各种问题。比如检验真理的标准是什么？这个马克思早就解决的问题，在前几年却被“四人帮”混淆了，歪曲了。《实践是检验真理的唯一标准》的作者，勇于联系，善于联系，将马克思主义的基本原则与现实联系起来，从三个方面论述了自己的中心论点。作者把实践、真理与标准等联系起来，把马列主义及其他多种事物联系起来；揭示了它们之间深层的联系，不仅看到了马列主义毛泽东思想是检验真理的标准这一现象，而且深入一步，指出它们之所以能作为检验真理的标准，就是因为它们经过千百万群众长期实践证明是真理，所以归根到底，检验真理的标准还是实践。由于作者把握了事物的内在联系，又善于将历史与现实，基本原理与现实问题相联系，所以说理充分，观点令人信服，澄清了大是大非问题，为人们解放思想铺平了道路。

认识事物的多种联系，对于写作也具有重要作用。如文章中比喻与象征手法的运用，就是在认识事物之间外在或内在

联系基础上进行的。高尔基认识到海燕与革命者在某些方面的联系,用象征手法写出了他的著名散文《海燕》;鲁迅先生注意到了如何正确对待文化遗产与现实事物之间的联系,运用比喻的手法,写出了著名杂文《拿来主义》,以大宅子喻文化遗产,以鱼翅喻遗产中的有益成分,以鸦片喻其中既有用又有害的成分,以烟灯烟枪姨太太喻其中的糟粕,正确全面而又生动形象地阐明了“拿来主义”的道理。这既与鲁迅先生正确的思想方法和认识深度有关,也得力于善于见出事物之间的联系。

事物的联系有松散的,也有比较密切的。联系比较密切,并且要素和部分之间的联系具有某种特殊性的事物组成某种特殊的集合,就形成了物质系统。比如一所大学,分为政治系、中文系、历史系、数学系、物理系等;一个工厂,分为翻砂车间、下料车间、机械加工车间、装配车间、动力车间等。这个特殊性,是对系统外部而言的,对内而言,这种特殊性则又成为本系统的某种共性。如政治系,对外(本学校)而言,它的特殊性是教授学生政治经济学、科学社会主义、哲学等课程的基层单位;而对内来说,正因为具有这些共性,所以才组成了政治系这一系统。

正因为系统较之其他事物间的联系更为密切,所以认识事物的联系对认识系统的特征就具有更为重要的作用。

8. 农民耕地与蚯蚓松土

——系统的目的性

春天来了,春暖花开,农民开始忙碌起来。广袤的田野上,到处是辛勤劳作的人们。他们有的驾驶拖拉机,有的牵着牛,

在耕耘土地,准备春种。耕地的作用在于,疏松土壤,改善土壤通透性,增加产量。有趣的是田野中有一个改良、疏松土壤的能手,它不是牛,也不是拖拉机,而是蚯蚓。它在土中张开那翻开的口腔,将沙粒、土壤和腐烂的有机物质包围起来,一口吞下去。这些东西到了它那存有肌肉纤维的咽头,混合了咽腺的分泌物,湿润稠粘团成食物块,初步消化后进入沙囊。由于囊壁上强韧肌肉的收缩以及内面角质膜的摩擦,这些沙土等变得很细很细,移入胃肠再进行消化。其中的有机物被它消化吸收,沙土从肛门排出。这时的沙土不仅细腻湿润,而且还增加了许多化学物质,变得很肥沃。蚯蚓还把细土翻到上面,把粗土盖到下面。所有这些都起到了改良土壤的作用。

表面看来,蚯蚓松土与农民耕地作用是一样的。然而,蚯蚓对土壤的改良与农民的改良土壤是不能同日而语的。其区别就在于是否有明确的目的性:蚯蚓的所作所为,是出于维持自己生存的需要,是一种摄取食物的本能活动。它在土中钻来钻去吞食排泄,是一种无目的的行为。而农民的耕地,却完全是有计划、有目的的行为。他们在耕地之前,就根据自己丰富的实践经验,确定了在何时开始耕地,耕几遍,耕多深,是在耕前施肥还是随耕地一起施肥,这块土地种什么庄稼,等等。以后的行动,都是根据这一计划、为达到特定目的而进行的。

农民耕耘、播种、收获可看作一个大系统,这一系统是有明确目的性(要收获粮食)或预决性(秋后一定能收获粮食)的。在系统论中,不仅重视系统的结构、功能及有序性,而且强调这种有序性是具有目的性的。也就是说,一般系统论认为,系统的有序性不是为有序而有序的,而是按一定方向而有序;而且,这种方向是由一定的目的性所支配的。

系统方法的目的性原则,要求人们着重研究每一要素的

行为动机,即它的目的性,因为这是关系到系统方向性的问题。各子系统的目的性,决定着系统整体目标的实现。

凡是系统都要求最优化。如经济系统中要求有最大的经济效益,电力系统中力求输送的最短途径,建筑系统中的最高利用率等。那么,最优化的标准是什么?要达到最优化,靠什么来指导?这个标准、这个指导,就是系统的目的性。

比如一个人要选择自己的事业(专业或业余事业),就要注意目的性与最优化的协调。

第一,要顺应和培养最佳兴趣。为了达到目的,选定最佳方案,就必须先认识自我,弄清自己的特长、对什么感兴趣。前苏联著名教育心理学家赞可夫认为:一个人平时对某种工作兴趣浓厚,他就会在这项工作中自然而然地发挥创造性,勇于去探索,乐于去完成它。如果谁要强迫他去干一件他不感兴趣、不愿意去做的工作,他就很难精益求精地完成这件事,这就是赞可夫的“情绪生活说”。

事实上,许多著名人物在事业上的成就,都是与他们的兴趣和爱好密切相联的。如达尔文开始是按照父母的意愿,在神学院学习神学的。但他对神学毫无兴趣,而对动植物却很有感情,一见到动物或植物,马上就变得兴奋和热情。后来,他终于违背了家长的安排,选择了自己所喜爱的专业,做出了有世界意义的卓越贡献。鲁迅先生原来是学医的,后来为了适应自己的兴趣同时也为了适应时代需要,他将手中的手术刀换成了笔,写出了大量鞭挞旧世界的犀利的文章和文学作品,成为著名的文学家和思想家。

青年时代是一个人事业的起步阶段,尤其需要弄清自己的爱好、兴趣和特长,对自己进行一番客观冷静的“自我观察”,以选择自己最感兴趣的工作。虽然有时兴趣也是可以培

养的,但在条件允许的情况下,选择适应自己兴趣和爱好的工作更利于发挥自己的特长。

第二,建立最佳知识结构。要做好某项工作,就要掌握大量知识。要掌握知识,就要读书、学习。古人讲究“开卷有益”,对于打基础来说,是正确的;但在掌握了一定基础知识之后,就不能见书就“开卷”,而要根据自己选定的目标去学习、读书、调查,以建立最佳知识结构。

当今时代是“知识爆炸”的时代,世界上的书汗牛充栋,谁能读得完?所以,读书、学习也有个“最优化”的问题。人生短促,时光宝贵,我们不应该无目的的“开卷”而浪费时间,而应像我国宋代学者黄庭坚所说:“读书欲精不欲博,用心欲专不欲杂。”

建立最佳知识结构是因人而异、因时而异、因目的而异的,但有一个总的原则,那就是:以实现目的为中心,以循序渐进为步骤,以学以致用为手段。

第三,选用最佳方法。传说“八仙”之一的吕洞宾擅长“点金术”,能点物成金。当他问自己的两个徒弟要多少金子时,大徒弟说要几万两,而二徒弟却指着师傅的手指头说:“我就要您的这个点金的指头。”这个故事原意是讽刺某些人的贪得无厌的,但也说明一个道理:方法比实物更有价值。在我们的事业中、研究中,我们不仅要看到前人的成功,更重要的是探讨前人成功的方法;不仅要制定合理的目标,更重要的是探求达到目标的方法。

科学实用的好方法是很多的,但它们并不一定都符合每个人的需要,也不一定都适合每个人的特点。比如学习、研究,有的人善于利用夜深人静的时候,但对早睡早起的人来必是好方法;有的人善于利用早晨空气清新、头脑清醒的好时机,

但对于一贯“开夜车”的人也未必适用……因此，每个人应该寻找最适合自己的需要和特点的最佳方法。

爱因斯坦在《自述片断》中曾写道：“我很快发现，我能成为一个有中等成绩的学生，也就该心满意足了。要做一个好学生，必须有能力去很轻快地理解所学习的东西；要心甘情愿地把精力完全集中于人们所教给你的那些东西上；要遵守秩序，把课堂上讲解的东西笔记下来，然后自觉地做好作业。遗憾的是，我发现这一切特性正是我最为欠缺的。于是我逐渐学会抱着某种负疚的心情自由自在地生活，安排自己去学习那些适合于我的求知欲和兴趣的东西。”爱因斯坦了解自己的兴趣，抛弃了不适应自己特点的学习方法，学得“自由自在”，必然是事半功倍，效果颇佳。他之所以能成为卓越的伟大学者，与他善于寻找适合自身特点和兴趣爱好的学习方法关系很大。

第四，寻找最佳途径。人人期望事业的成功，而事业的成功要经历一个过程，走过一条道路。“条条道路通罗马”，通向成功之路是很多的，然而却有一条尽快到达目的地的捷径。所以，我们要寻找那条顺应自己特长、可以尽快达到目的获取成功的道路——最佳途径。

古人曾说过“但求耕耘，不问收获”的话，如果用来说明自己的博大与无私，是可以的；但如果用到事业上，却是愚蠢的；不问收获，耕耘何用？因此，尽管科学之路、事业之路崎岖不平，但我们要走那条最短的崎岖不平之路。这并不是投机取巧，而是为了尽快取得胜利，创造更多更好的成绩。

总之，注重系统的目的性原则，确立明确的目标，是争取高速度、高效率，获取最优化的必要条件。

9. 从燕丹子赠“手”谈起

——系统的整体性

战国时期，太子丹逃回燕国后，对秦王恨透了。他广聚宾客，想方报仇。有一次，他设盛宴请侠客荆轲，让一个能琴善乐的美人为荆轲弹琴助兴。

席间，美酒飘香，乐声袅袅。荆轲被美妙的琴声陶醉了。他看着美人那双纤细白皙的双手在灵巧急促、上下左右地旋舞，想着那悦耳的琴声就是从这双玉手下弹奏出来的，想到自己见过许多美人，但很少有一双手能弹出如此仙乐，不禁心花怒放，佩服不已，连声称赞“美哉玉手”，一再表示“但爱其手”。

太子丹见状，立即想出一个讨好荆轲的主意。他马上叫来两名武士，捉住美女的双手用刀砍下来，放到一个盘子中送到荆轲面前。

荆轲看着盘中血淋淋的双手，再想想刚才那双灵活自如弹奏出人间仙乐的纤纤细手，大为扫兴：他虽然领了太子丹的深情厚意，但对面前的“手”却爱不起来了。

太子丹的行为，除显示了奴隶主阶级的残酷外，还说明了他们的愚蠢。手是人体的一部分，是与身体有机联系的，如果把它从身上砍下来，名义上仍可叫手，但已失去了手的功能。正如列宁在《哲学笔记》中所说：“身体的各个部分只有在其联系中才是它本来应当的那样。脱离了身体的手，只是名义上的手。”美人的手只是她身体的一部分，它之所以能弹奏出美妙动听的音乐，是它在大脑指挥下，与身体的各部分有机协调的结果。也就是说，这双手只有在整体系统中与其他要素互相配

合、密切协作,方能充分发挥自己的作用。这就是系统的一个重要特征——整体性特征。

系统的整体性也称作系统性,它的含义不是指系统组合形式方面的集合性,主要是指系统的总体功能性,它与机械论观点是对立的。

古代的人们重视对整个世界的认识,描绘了整个世界发展的画面。但由于当时实践范围和认识能力的局限,人们对具体事物缺乏足够的研究。“虽然正确地把握了现象的总画面的一般性质,却不足以说明构成这幅图画的各个细节,而我们要不知道这些细节,就看不清总画面”。(《马克思恩格斯选集》第三卷第60页)也就是说,古代人是从整体出发去描绘世界的,但提供给人们的却是个模糊不清的轮廓,使人们“只见森林,看不清树木”。

随着时代的进展,人们开始分门别类地研究事物,将研究重点放在整体的部分上,运用先分析后综合,由部分推知整体,由线性因果联系推知整个事物属性的思维方法。按这种方法,部分的属性好,整体的属性就一定好;部分的属性坏,整体的属性就一定坏。这种方法在研究过程中起到一定作用,尤其是应用于那些结构松散、缺乏有机联系的对象时,是完全可以的;但如果用在认识复杂的有机整体时,就暴露出了局限性。因为人们在事实上和思维中分析一个整体时,割断了部分与部分之间的联系,在不同程度上改变了对象的性质,“用分析的方法来研究对象就好像剥葱一样,将葱皮一层一层剥掉,但原葱已不在了。”(黑格尔《小逻辑》,三联书店版第339页)。

系统论整体性原则认为,系统各部分特征和性质的机械相加不等于整体的特征和性质。因此人们要认识一个事物、一个系统,就要把对象始终作为一个有机联系的整体。从对象本

身所固有的各个方面、各种联系上来考察它，从整体与层次、部分、结构、功能、环境、运动的辩证关系上来把握它。

《吕氏春秋·别类》讲了这样一个故事：

鲁人有公孙绰者，告人曰：“我能起死人。”人问其故。对曰：“我国能治偏枯。今吾倍所以为偏枯之药，则可以起死人矣。”物固有可以为小，不可以为大；可以为半，不可以为全者也。

“偏枯”即半身不遂之症。公孙绰以为自己既然能治半身不遂，就是用一定数量的药物使已经“死”去的半身活过来。那么只要将治半身不遂的药量加倍，就可以使死人复活。在公孙绰看来，死等于半身不遂再加上半身不遂，这正犯了把人体看作是部分的机械相加的错误，才说出这种荒谬可笑的话来。实际上，小和大，半和全，其差别往往不只是数量上的，而且是性质上的，所以可为小者不一定能为大；可为半者不一定能为全。

系统的整体性，主要是指系统的整体功能。对于一个系统，即使每个要素良好，但如果整体性差，仍然不是一个好系统；而一些不算很理想的要素，有时可以综合、统一为有优良整体性能的系统。

亚里士多德曾提出过著名的“整体大于部分之和”的哲学命题，这是个重要的系统论原理。实际生活中这样的例子多得是，俗话说“三个臭皮匠顶个诸葛亮”就是这种情况：一个“臭皮匠”，可能只会想出一个或几个好点子；三个“臭皮匠”形成一个系统，为一个共同目标互相启发、激励，就能想出远不止三个、九个好主意，制订出远远高于三个臭皮匠个体水平的策略，甚至能胜过诸葛亮；实验表明，人的双眼的视敏度比单眼高六至十倍，而不是两只单眼视觉功能的简单相加；美国阿波罗登月计划是系统工程的成功范例，这个计划中的技术设

备,日本人都能造得出来,但作为整体的规划设计及工艺管理水平却是日本人所不能企及的;恩格斯在他的《自然辩证法》中曾引用过拿破仑的一段话:“……2个马木留克兵绝对能打赢3个法国兵;100个法国兵与100个马木留克兵势均力敌;300个法国兵大都能战胜300个马木留克兵;而1000个法国兵总能打败1500个马木留克兵。”

为什么会出现这种情况呢?因为部队战斗力不是单兵战斗力的简单相加,尽管马木留克兵兵强马壮,精通骑术和剑法,而法国兵比之则略逊一筹。但由于法国兵组织严密,队形排列合理,集体优势足以充分发挥出来,所以能以少胜多,以劣胜优,以弱胜强。因此在一个系统当中,如果各单个要素按照某种合理的结构组织起来,就会产生一种所有的单要素在分散孤立状态下或一般组合状态下所不具备的新素质、新功能、新特点。

会不会整体小于部分之和呢?这种现象也是存在的,人们熟知的“一个和尚挑水吃、两个和尚抬水吃、三个和尚没水吃”的故事,就是整体小于部分之和的例子。在行政和企业管理中,如果机构设置不合理,工作部门和单位及组织成员之间职责不清,任务不明,互相推诿,互不负责;或机构中领导班子结构不合理,副职虚职过多,搭配不当,分工不妥,因人设机构,就会形成人浮于事、人越多工作效率越低的局面。在文章写作过程中,如果文章结构不合理,材料芜杂,主旨不明,也会出现整体小于部分之和的状况。一名作家为表现志愿军的可爱,写过一篇《自豪吧,祖国》的通讯,罗列了20多个例子。由于例子堆砌太多,生动的例子淹没了文章重点,既影响了文章的主动性、感染力,也不利于中心的突出。在这种情况下,不是“多多益善”,而是“越多越滥”;三个诸葛亮,每个诸葛亮的意见都很

高明，但他们合在一起，互相攻击、诋毁，则会形成“三个诸葛亮，不如一个臭皮匠”的局面。

可见，在一个系统当中，当若干单个要素的组织很不合理的时候，各要素的功能无法正常发挥，就会出现由多个要素组成的系统整体的功能还抵不上单个要素的功能的情况。

五代时有个名画家叫黄筌。他 17 岁那年，蜀后主把他传进内殿，与他共同欣赏不久前得到的唐大画家吴道子的名画《钟馗捉鬼图》。图上，钟馗正捉住一个小鬼，将右手食指狠狠地刺进小鬼眼中。后主看后不满意，认为钟馗应该用大拇指挖小鬼的眼才更有力，于是命令黄筌将画改动一下。

谁知过了几天之后，黄筌将画原封不动地又拿给了后主。后主见状，很不高兴，责备黄筌为啥不按旨意改动。黄筌回答说：“吴道子的这幅画是没法任意改动的。因为画中捉鬼的钟馗，他的眼神和全身力量都集中在他右手食指上，若改为用大拇指，则钟馗的形象就没有神采了，整幅画也就毁了。”黄筌言之成理，后主也没法怪罪他。

这个故事说明，在一个联系紧密的整体中，各部分之间密切相关，“牵一发而动全身”，部分与整体互相作用，融为一体，若改动一部分，整体结构也要随之改变：作为系统要素的部分，也与它们孤立存在时有了根本的不同，因为它们处在一定的联系中，一定的结构关系中，受到整体的制约。《吕氏春秋·具备》中有这样一段话：

今有羿……于此，而无弦则必不能中。中非独弦也，而弦为弓中之具也。

要做成一张能射箭的弓，必须具备弓弦与弓背，并且以一定的关系形式结合起来。单独的弦，无法将箭射出；只有与弓背有机结合，才具备射箭的功能。这时的弦，是“人一弓”系统

中的要素，而非孤立存在的弦了。反过来说部分只有与系统整体及系统的其他要素合理搭配，有机结合，方能发挥其作用。太子丹不懂这个道理。才做出了砍掉美女的手的蠢事。

系统的整体性与有机关联性是紧密联系的，系统内部诸要素必须有机关联，互相作用，才能保证系统的整体性。贝朗塔菲曾说过：“一般系统论可以加以严格地展开使之具有公理的性质。这就是说，从‘系统’的概念和一组合适的公理命题就能推演出系统的特性和原理。”

系统论的整体性原则要求我们在认识事物时要从整体出发，又不忽视对部分的研究，而且改变了以往只重视整体而忽视部分或只重视部分而忽视整体的思维方法，把整体与部分紧密结合起来，在关系中认识事物。整体性原则把系统作为一个有机整体来考察，这就能揭示出事物在分割状态下所不能显现的特性，能从对象的一切关系学上，从部分与整体的联系上把握对象，使认识更准确全面。有个“嘴疼医脚”的故事，颇能说明这个问题：据说某人的嘴上长了一些小疙瘩，后来愈加严重，满口糜烂。到医院打针吃药效果甚微。后经人引荐，他去找一位颇有名望的老中医治疗。老中医看病之后，开了几味药，让他研制成粉，用醋调敷在脚心上。此人半信半疑，但还是照办了。谁知敷了几次之后，病竟然全好了。这人感到奇怪，向老中医：“听说头疼医头，脚疼医脚，你为何头疼医脚，药到病除呢？”老中医听罢，捋了捋三绺白须，笑着说：“人体由于经络的作用，各部分之间都密切相联，在病变上也是互相影响，互相制约的。有时病本在下，病状却表现在上；有时病本在上，病状却表现在下。你这口糜与心脾积热有关；根据‘治病必求其本’的原则，采取上病下攻，用药敷脚心，通过经络引心脾之火下行，所以药到病除。”那人听后，十分佩服。

“治病必求其本”即是系统整体性原则的运用。人体是高度组织起来的极其复杂的生理系统,各细胞、各组织之间通过各种方式进行着复杂的物质、能量和信息的交换。因此,整体制约着部分,此处病变影响彼处,局部病变影响整体。中国传统医学,注重从整体上看病治病,注重调节人的整体功能。这种运用系统整体性原则来认识人的机体的思维方法,能全面精确地认识事物,充分显示出其独到的作用。

按照系统整体性原则,把系统的各个部分及其相互关系结合起来研究,这就比以往任何时候都更符合按事物的本来面目来认识事物这一科学认识的原则。这种思维方法,极大地推动了科学认识的发展,加速了生产和科研的进度。人们在科学研究中自觉运用这一原则,取得了一系列辉煌的成就。如40年代美国研制原子弹的曼哈顿计划,50年代美国海军的“北极星”导弹潜艇计划,60年代阿波罗登月计划,70年代墨西哥“绿色革命”计划的研究、设计和实施,都是在这一原则指导下进行的。

人们认识事物是有个逐渐深入的过程的。在认识客观世界的实践中,人们运用整体性原则,把握事物现状,预测事物未来,对现实进行多方面的考察,作出若干达到预定目标的方案,然后进行多数值的测算,全面的比较,找出最佳方案。这种在可供选择的各种方法中作出决择的方法就是决策。西方目前最常用的决策方法就是美国兰德公司50年代初发明的特尔斐法:它以匿名的方式。通过对所要决策的问题的数轮函询,广泛征求专家意见。专门领导小组对每轮意见进行汇总整理,作为参考材料,再分给每位专家,供他们再分析判断,提出新论证。经过多次反复,专家的意见日趋一致,结论的可靠性也越来越大。

在决策方案的实施过程中,必然会遇到一些预料不到的新问题,随机干扰不可避免,各部分之间相互作用也可能出现故障。在这种情况下,以整体优化原则,对那些影响整体的随机因素予以高度注意,根据信息反馈对决策方案进行检验和必要的调整,就能保证以最少的代价和最快的速度实现最佳目的。因此,整体性原则不仅在决策过程中,而且在决策实施过程中也起着重要的指导作用,从而促使了决策的科学化。

10. 曲别针到底有多少用途

——谈信息交合论

1983年7月,中国创造学会首届学术讨论会于南宁召开,日本专家村上幸雄应邀为与会者讲课。他捧来一把曲别针,向听讲的人们说:“请诸位动动脑筋,打破框框,说出曲别针的用途。看谁创造性思维开发得好,说得多而奇特!”

静寂片刻,有人说道:“曲别针可别相片、夹杂志、别稿纸”;有人接上说:“钮扣掉了可用曲别针临时勾起”;“可把曲别针连起来晾东西”;“可把曲别针磨成鱼钩去钓鱼”……大家七嘴八舌,共说了有20种。

人们问:“村上先生,您能讲出多少种?”

村上笑了一笑,伸出三个指头。

人们问:“30种?”

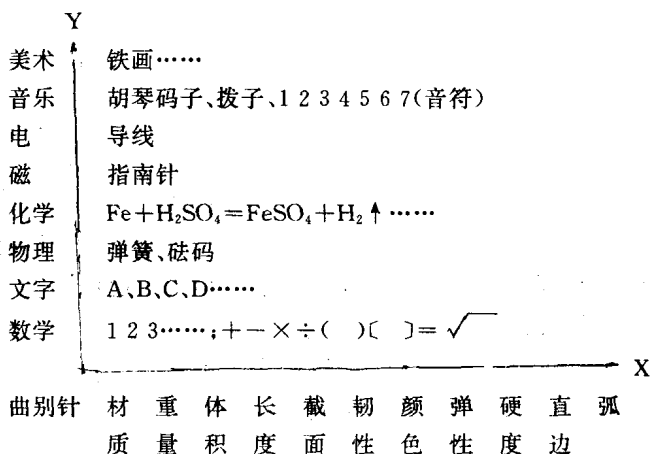
村上摇摇头。“300种!”

人们不胜惊讶。

村上扫视了一下那些透着怀疑的眼睛,用幻灯片映出了曲别针用途图。

这时,台下一位与会者递上一张条子:“对曲别针的用途,我能说出三千种,三万种!”邻座人侧目:“吹牛不上税,真狂。”

第二天,这位与会者走上讲台,在黑板写下了“村上幸雄曲别针用途求解”几个大字,然后说道:“昨天大家和村上先生讲的用途可用勾、挂、别、联四个字概括,要突破这种格局,创造性地讲出曲别针的千万种用途,最好是借助简单的形式思维工具——信息标和信息反应场。”他首先把曲别针的总体信息分解成若干信息,如材质、重量等,把这些信息点(要素点)用线连接起来形成信息标“X轴”;然后再把与曲别针相关的人类实践活动也进行要素分解,连成另一根信息标“Y轴”。两轴相连并垂直延伸,形成“信息反应场”,使两轴各点上的信息依次相交,即进行“信息交合”,如图所示:



这样一来,曲别针马上变成了孙悟空手中的“金箍棒”,有了千变万化的功能:

y轴上的数学点与x轴上的材质点交合,曲别针可弯成1234567890;+-×÷;√、=、()、[]等数字、符号,用

来进行四则运算；

y轴上的文学点是与x轴的材质、直边、弧等交合，曲别针可做成英、日、俄等外文字母，世界上有多少种文字，就有多少种这方面的用途；

y轴上的音乐点与x轴上的材质点相交合，则世界上有多少支乐曲，曲别针皆可代替……

会场里的人被紧紧吸引住了，人们屏住呼吸，聚精会神地看这位与会者如何将“魔球”层层剥开。

这个与会者就是许国泰。他创造的信息交合论，俗称“魔球”理论，神奇多变，颇有实效。学习、掌握、运用它，可使人思维敏捷，增长才干，充分利用信息，有所发现和创造。

信息交合论是研究客体世界与心理世界信息运演的理论，也就是研究整个大自然与智慧生物高级运动时空中信息的调整、加工、增殖过程的理论。

信息交合论属于软科学的方法论范畴。它从多角度探讨思维方法，从各学科、各行业汲取营养，又服务于各学科各行业。研究、运用信息交合法，能改变人的习惯思维，提高人的思维能力、扩展思维层次，以最大限度地发挥人的智力才能。

信息交合论由两个公理、三个定理构成。

公理1：不同信息的交合可以产生新信息。

公理2：不同联系的交合可以产生新联系。

定理1：心理世界的构像即人脑中勾勒的映像，由信息和联系组成。

定理2：新信息、新联系在相互作用中产生。

定理3：具体的信息和联系均有区域性，也就是有特定的范围和相对的区域与界限。

信息交合论用于写作能够开拓人们的思路，大大提高写

作的速度与质量,正是适应时代要求的一种新方法。信息交合论的创立者许国泰,1981年曾以记者身份采访东北采金部队,运用信息交合法,在11天里写出18篇文章,还写了20多首诗,50多条消息。他有时用两三个半天就快速构思出十几篇诗文。他的《黄金之路》、《采金船上的黎明》、《金石情》等作品,都是在半天内构思,并在一两天内写成的。

当今世界经济的新趋势是以产品的新功能占领市场,产品竞争越来越变成技术之争,实际上也就是人的头脑的竞争。不同信息进行交合可以产生新的信息,即在头脑里产生新思想。对交合产生的新思想、新产品设计方案进行可行性评价,然后决定取舍,便可使产品符合实用、经济、易生产原则,满足市场需要。

11. 埃及强大的军队为何战败

——系统的相关性

系统是由各个要素组成的,这些要素之间、各要素与系统整体之间,都是相关联的。这个关联组合,决定着系统的性质。不妨看下面的事例:

1798年5月19日,拿破仑率领法国远征军6个师团、2个快速骑兵团和一个步骑混合部队共21000人,渡海进攻埃及。7月19日抵达距开罗5法里的乌列姆—迪纳腊,准备向开罗发动进攻。当时埃及有一支强大的军队——马木留克军。他们英勇善战,擅长骑马,武器完备,每个马木留克兵有两支手枪,一支旧式短枪和一支卡宾枪,头顶盔,面戴甲,身披锁子甲,还有三四个徒步枪手作仆人。共有12000马木留克兵,加

上徒步枪手共 5 万多人。

7 月 21 日早晨,法军以密集队形排成方阵向马木留克兵营地挺进。1 万多名马木留克骑兵冲向方阵迎敌。法军面对强敌,阵脚不乱,将敌人前排骏马成片扫倒。马木留克兵只好惊恐地向侧翼转变方向,冲进两个方阵之间的死亡夹角内,被法军方阵侧面纵列的炮火和方阵的射击大量杀伤,战场上布满了尸体。最后除指挥官穆拉德率 3000 骑兵冲出重围外,其余马木留克兵全被消灭,而法军阵亡仅 30 人。

这个战例充分说明,内部系统相关性的差别所引起系统质的不同。系统内部联系的不同,排列不一,就会引起质的变化。

由于系统内部排列是相对稳定的,各要素之间是紧密相关的,因此,各要素通过相互作用把自己的属性以信息形式传递出去,同时也接受别的要素传来的信息。这样,系统要素与系统整体也密切联系在一起。系统的每个要素都寓含着其他要素及系统整体的信息,所以,人们能由局部推知到整体,“窥一斑而知全豹”。如中医学中就是通过观察某一局部现象以判定其全身的状况。古医学家发现,人体的各个部分与耳廓的不同部位有确定性的对应联系。耳通过经络系统与全身发生紧密联系。人体脏腑或躯体患病时,其在耳廓的相应部位就会出现病变反应,如压痛、变形、变色等。耳廓上脏腑躯体对应点的分布有一定的规律,将它的连缀起来,恰似一个倒置胎儿,与身体相应部位相对应。另外,古医学家还发现眼睛、舌苔等部位都能反映全身情况。

系统与外部环境有机地关联着,使其具有了开放的性质,这种系统称为“开系统”,即开放系统。与此相对应的就是“闭系统”即封闭系统,它与外界隔断联系,没有信息的交换和物

质、能量的输入输出等。如一个深埋地下未开发的历史文物系统、一个规模巨大的人防工程都是闭系统。中国在 15 世纪以后,实行闭关锁国的政策,割断了国内与国外的信息通道,成为一个闭系统,导致了旧中国的落后。当然,这种封闭是与开放相对而言的,绝对的封闭很难存在。如果把一个系统与外界彻底隔绝开来,信息不能传输,系统的结构与功能就不能调整更新,系统势必老化和灭亡。

开系统则与闭系统相反,它是一个始终与外部环境保持密切联系,进行信息交流和物质能量交换,有相应的输入输出及量的增加减少或改变的系統。一个社会就是一个开系统,它不断发展变化并与周围世界保持着各方面的联系;一个班级,也是一个系统,在这个系统中,不仅班级各成员之间有着密切联系,而且它作为一个系统,还和外部环境有着密切的关联,互相影响和制约。

由于我们的视野不能无限扩展,不能包罗万象,因此,我们在考察事物、研究问题时,要注意系统边界的划分。即注意区分哪些是组成系统的要素,哪些是系统的环境,并划出系统与环境间的边界:边界之内是我们要研究和处理的系统;边界之外则是与系统有关联的环境。

在划分系统边界时,哪些划为系统,哪些视作环境呢?

一般地说,人们要研究分析的问题的着重部分应作为系统的组成部分;另外,对所研究的问题有重大影响的部分也要作为系统组成部分。所谓有重大影响,指的是如果把它从系统中剔除,系统的性能或运动状态就会发生明显变化甚至质变的部分。这两大部分构成系统。

对于研究问题中的非着重部分,如果其与系统有关联但无重大影响,则可划为系统的环境;其他有一定关联但可略去

或联系非常间接的部分可不考虑。

系统是客观存在的，然而对系统边界的划分却是主观性很强的，可以随考察系统的目标而灵活划定。比如要考察一个钢铁联合企业，这个联合企业就是一个系统，企业下属的各个分厂就是要素；各分厂之间的相互联系和相互作用就是系统内部的关联。而与联合企业有关的直接上级领导机关、原料供应单位、产品销售市场、城市环境等，都对企业生产有一定影响和联系，就可划为环境进行考察研究。如果在体制改革进程中，企业从单纯生产型转为生产—经营型，那么以上作为环境的部分与系统的联系就大大增强了，成为对系统有重大影响的部分。在这种情况下，就可以扩大系统边界，把它们都作为系统要素而划入系统之内；而过去被视为无关联或有关联但可不予考虑的部分中的一些因素，就会作为环境而加以考察研究。

12. 诸葛亮为何要唱空城计

——系统的结构与功能

诸葛亮是《三国演义》中的主要人物，也是个家喻户晓的智多星。他足智多谋，用兵如神，处事谨慎，勤苦，然而却有一次重大失误，那就是误用了马谡，使街亭失守，无奈唱了出“空城计”，汉军不得不退守汉中。诸葛孔明的北伐计划化为泡影，为此差点送了性命。

当时，司马懿听说街亭有兵把守，不禁大惊，叹曰：“诸葛亮真乃神人，吾不如也；”然而当他带领士兵亲自窥探时看见汉军皆驻扎在山上时，又大喜曰：“此乃天助吾成功矣！”

司马懿为何前惊后喜呢?因为街亭乃天赐险地,如果按诸葛亮的部署,屯兵当道,令兵士伐木于五路总口,筑起营栅,魏兵纵有千万也不能通过,所以他一听街亭有兵把守,心中大惊;但马谡以孙子“置之死地而后生”的话为理由,屯兵山上。一旦魏兵将山四面围定,切断汲水之道,蜀兵不战自乱,取胜易如反掌,所以司马懿看到此情形后大喜。

在双方兵力不变、蜀国所派军士一样的情况下,马谡擅自改变了诸葛亮的部署,导致了惨败的结果;如果马谡按诸葛亮意见部署军队,失败的恐怕不是蜀国而是魏国,这段历史就会重写了。这个故事说明了一个道理:系统各要素排列组合的不同会产生不同功能。同理,系统要素不变,但构成系统质的每个要素的排列组合方式决定了系统的功能和性质,决定了每个要素所发挥作用的大小。

类似事例在生活中比比皆是。比如深秋下雨,先穿棉衣,后套雨衣,雨衣挡雨,棉衣保暖,两者都很好地发挥了它的功能;如果改变一下结构,先穿上雨衣再套上衣服,衣服就会湿透,失去御寒的作用。雨衣贴在身上,把凉气传导给身体,二者的功能就丧失殆尽。

相反,如果改进一下结构,则也会导致系统功能的变化:铅笔上加个皮擦,手表上加上日历,计算器上加上手表……都增加了系统的功能。

系统是由要素组成的,具有相关性。然而同层次要素的相关性,只有在系统这一整体中才能充分表现。元素的任意集合不一定成为系统,只有各要素之间存在相互作用的关系方成为系统。所以系统就其本质来说就是要素及其关系的总和。

要素是系统中主要的元素,是系统的主要组成部分。它与元素有联系,但也有区别:要素是实现系统功能的主要元素,

凡是实现系统功能的条件都是系统的元素。如在教育系统中，教育者与受教育者是要素，但除此之外，教具、教科书也是教育系统实现其传递文明这一功能必不可少的条件，但它们是元素而非要素。

元素与因素也既有联系又有区别：元素是构成系统的实体部分，是不可再分的实体单元；因素则包括构成系统的一切条件，如各元素间的关系，系统与环境的关系等。

要素是个相对意义上的概念，因为任何要素都可能兼有要素和系统双重身份。如对一个物体来讲，相对于高一级的系统，它是其中的要素。相对于比它低一级的系统或要素，它又成为系统。究竟是要素还是系统，要从相对固定的层次上来认定：人体是个完整的系统，消化器对人体系统只是具消化功能的要素。但所有的消化器官如食道、胃、肠等又构成了一个相对独立的系统。

在一个由若干要素组成的系统中，系统与要素是相互依存、不可分割的两个方面：首先，要素必须将自己置于系统整体之中，方能更好地发挥自己的作用，因为系统的整体性决定着各个要素之间的关系。如枯藤、老树、昏鸦、小桥、流水等是生活中常见的景物。它们是零散的，并非在一地一时存在，无所谓关系和次序。但马致远却将它们组合为一个系统，写出了传诵千古的《天净沙·秋思》一词：

枯藤老树昏鸦，

小桥流水人家，

古道西风瘦马，

夕阳西下，

断肠人在天涯。

词中各要素在末句统领下,勾勒出一幅萧瑟悲凉的深秋风景画,形成了衰飒萧条的意境,含蓄而又传神地表达了漂泊无定的旅人哀伤而又无可奈何的情绪,调动起读者的想象,激发了读者的情感。词中各要素紧密协作,正衬反衬配合,充分发挥了自己的作用,以全词的主体情调为线,融汇贯通为一体,从而使意境整体得以形成。

另一方面,在一定的条件下,要素对系统也具有决定作用。有时候,某系统中一个要素的改变,往往会导致其他要素甚至整个系统的改变,如乙醇与甲醚都是 C_2H_6O 的化合物,在乙醇系统中,O 分子是在结构式的右边与 H 分子结合在一起;将 O 分子(系统中的要素)从右边与 H 分子分开,移到系统结构的中间,就改变了系统的性质而变为甲醚。

事物的独立性,使其成为大大小小的要素;事物的相关性,又将一个个要素结合成为系统;而低层次系统与高一层次的要素体现于同一物体身上的统一性,又成为系统与系统之间的连接点,使事物形成有机联系的整体。

什么是系统的结构呢?

系统各要素之间内部联系的方式或秩序,即系统的结构。系统的特点是由要素和结构共同决定的。

在《三国演义》第 43 回“诸葛亮舌战群儒”中,诸葛亮与东吴谋士们在分析敌我形势时,采用了不同的方法。东吴谋士们分析的是曹操的兵力与吴蜀两国兵力在数量上的比例:曹操“兵屯百万,将列千员”;东吴兵力只有五六万,刘备更是“兵微将寡”。据此,他们一致认为,不能战,战必败,只能求和,“北面事之”。

诸葛亮看到的是双方兵力的构成状况。他分析道:曹操虽有百万大军,但乃“收袁绍蚁聚之兵,劫刘表乌合之众,虽数百

万不足俱也”；且“曹操之众，远来疲惫……‘强弩之末不能穿鲁缟也’。且北方之人，不习水战。荆州之民附操者，迫于势耳，非本心也。”因此，他得出结论：“今将军诚能与豫州协力同心，破曹军必矣。”

诸葛亮在当时的历史条件下虽然不能提出“结构”概念，但他却能对魏蜀吴三方兵力的构成情况作出科学分析，指出各自的结构情况，从而得出正确的判断，是难能可贵的。

本世纪四五十年代以来，随着系统理论的建立和推广，结构的观念被广泛运用到各个方面。

结构作为系统内部要素的构成方式和组合规律，是各种物质形态的普遍属性。有些事物，其内部各要素的比例相同，但由于排列组合的方式不一样，其性质也就根本不同，化学中的许多同素异性体就是这样。如金刚石和石墨，虽然都是碳，但由于原子排列不同，即晶形不同，二者的物理性也截然不同。在石墨中，碳原子是层状结构。据测定，每一层中，碳原子到相邻的三个碳原子间的距离是 1.42 埃，而到另一层相邻的碳原子的距离是 3.25 埃。而在金刚石中，碳原子是骨架形结构，与石墨有明显不同：每个碳原子处在 4 个碳原子之中，到相邻的 4 个碳原子之间的距离都是 1.54 埃，碳原子结合得非常牢固紧密。正因为石墨与金刚石的碳原子排列组合方式不同，所以它们的性质也截然不同：石墨松软、滑腻，硬度为 1，导电、传热，耐高温、不透明，可做成耐 2000~3000℃ 高温的坩锅；金刚石坚硬，硬度为 10，不导电，不易传热，透明闪光，超过 700℃ 就会燃烧，通常用来切削玻璃，做探矿钻井的钻头。这说明，两个事物内部要素有相同比例，不一定有同样功能；具备了同样结构，便会有同样功能。

看结构是比看比例更高一层次的方法。固然，看比例也很

重要,通过看比例可以了解要素在系统结构中的地位。不掌握要素的数量比例,就无法对事物的结构和性质进行描述。然而,事物内部具有多种因素,如原子内部既有电子,又有质子、中子、介子、轻子等许多基本粒子,电子既同质子发生关系,又同其他粒子有着多种联系。这样复杂的结构,是不能用一两对比例关系概括出来的。即使把事物内部诸因素的数量比例都摸清楚,也仍不能反映它们之间互相依存和制约的辩证关系。因此,要认识诸因素间的辩证关系,光停留于看比例不行,必须从整体上对系统作结构分析。

系统的功能有哪些呢?

系统论认为,系统的结构是系统要素的内在秩序,系统的功能则是系统要素的外向运动的秩序,一个系统的功能就是从外界对系统输入到系统向外界输出的变换。

系统的结构决定系统的功能。抽水机之所以能够抽水,就是因为抽水机的内部构造决定了这一功能;碳原子的不同排列组合方式,形成了不同的事物,决定了石墨和金刚石各自的功能;一个企业的功能,取决于其人员、设备的组织方式及每个成员、每一设备的素质功能;一所学校的功能,取决于该校师资水平与合理的调配使用教学力量……可见,有什么样的结构就会产生什么样的功能。

然而对于一定的功能,结构决不止一个,也就是说,不同的结构可以实现相同的功能:两个由不同实体结构的要素组成的系统,只要对应要素的功能及系统结构相同,它们的系统功能必定相同——这就是系统的异构同功律。

系统功能又会反过来影响系统结构,甚至要求改变原有的结构。今天我国正在实行改革开放,就是要从各个领域打破过去旧结构中的种种不合理性,建立健全的、适应新功能要求

的新结构,促进改革开放的深入发展;千百年来,中国传统戏曲以自己独特的结构形式产生了诱人的魅力,受到广大观众好评,然而现代电视电影的新功能对戏剧艺术形成极大冲击,暴露了戏剧艺术功能的不足(不是指艺术形式和艺术技巧的不高明,而是指不能满足现代人的审美心理和审美趣味),从而迫使戏剧设法调整旧式结构,适应观众的审美需求。不然,戏剧就会面临危机,其功能难以正常发挥。

事物通过量的增加或减少而发生质的变化,是很好理解的,但同样数量的系统要素,由于排列组合不同而引起质的变化,产生不同功能这种情况,过去人们未能充分注意。实际上这种情况是普遍存在的。上文所举无生命的金刚石与石墨是如此,有机生命如蛋白体内部成份排列组合不同,也会构成形形色色不同的生命体。蛋白质由甘氨酸、丙氨酸、谷氨酸等20种不同氨基酸组成。它们按不同方式排列,就构成不同性质和功能的蛋白质:有的构成心脏,有的构成肺,有的构成肠胃,有的构成大脑和神经以及皮肤。

系统,就是由诸要素以一定结构组成的具有相应功能的整体,是结构与功能的统一体。

系统的序指什么呢?序是系统的各要素间相互联系的总和面貌,它包含了结构,又大于结构,是系统内在结构与外在功能状态的总和。系统的整体性就是建立在这个总和面貌基础上的。

纵观自然界的发展史,可以清楚看到,自然界演化中,存在着从有序到无序和从无序到有序两条线索:由基本粒子形成原子分子,由星云形成星球,地球从混沌分化出山川河海,从微生物到鱼类、爬行类、猿、人,这是一条由无序走向有序的线索;生物个体的衰老死亡,生物界演化过程中某些物种的灭

绝,岩石的风化,水土的流失等,则是一条从有序变为无序的线索。社会发展也是如此。中国几千年的封建社会,就是在改朝换代中经历了许多由有序(即所谓太平盛世)到无序(农民起义等导致的社会动荡)、由无序到有序(新的封建王朝的建立)的发展变化过程。

系统状态的有序、无序的性质叫做有序性、无序性,简称为有序、无序;系统状态有序、无序的程度,称为有序度、无序度,可以用熵这个量来统一度量。

有序性和系统性是一致的。有序是系统的必要条件,没有结构的有序性,也不会有系统的存在。

系统的有序与无序的相互斗争与转化贯穿于事物的一切变化之中,而人的一切活动都是在追求有序、克服无序,或打破低层次的有序状态,经无序状态后达到高层次的有序。

以上论述更进一步显示出了系统就是由数个相互联系和作用的要素按一定结构方式组成的、表现为一定外在功能和序的有机整体。因此,明确系统的结构与功能及其关系,具有重要意义。

13. 墨子救宋与卫星载人上天

——系统模型与模拟

《墨子·公输》中有这样一段故事:公输盘为楚国制造了云梯,准备攻打宋国。墨子听说这件事,连夜赶到郢都(楚国的都城,在今湖北省江陵县西北),见到公输盘。为了劝阻公输盘不攻打宋国,墨子解下腰带围起来当作一座城墙,用许多小木片当作守城的器械。公输盘一连9次变换策略机巧攻打墨子

的“城池”，墨子也一连9次想办法抵御公输盘的进攻。公输盘攻城的器械用完了，墨子防守的器械还有剩余，公输盘计穷，墨子获胜。经过墨子的努力，终于战胜了公输盘，说服了楚王，制止了这场战争。

墨子在这里建立的“城池”和守城器械，并非真实的城池与战斗器械，而是一种模型。运用模型进行模拟的方法自古以来就被人们普遍运用了。古代的“结绳记事”就可以看作是一种初级模拟；中古封建社会官员所穿戴的代表品级的“乌纱帽”及蟒袍玉带等服饰、军棋中的军长代表一个军的作战部队，连长代表一个连的指战员等都可以看作是一种模拟。

系统模拟中的模型与原型是两个相对应的概念，与某一系统性质、功能等相似的另一系统称为前者的模型，前者即是原型。一般地说，实际存在的研究对象为“原型”，相应的模拟装置叫“模型”，模型只有原型系统的部分功能和属性，是原型系统的简化系统。

系统模型是以某种形式表现已有的系统和正在计划中的系统的动作特征。模型可分为三大类：实物模型、图像模型和数学模型。实物模型是具体的，后两者则是抽象的。

一个模型也是一个系统。它可以是想象的产物，也可以是客观存在物；可以模拟现实，也可以模拟历史；可以模拟社会现象，也可以模拟自然系统。例如1953年，美国科学家唐采·米勒做了一个著名实验，模拟在原始地球的大气条件下，氨基酸产生的可能过程。他设计了一个特殊的玻璃仪器，先抽成真空，再用130℃高温消毒18个小时，然后通入甲烷、氢、氨和水蒸汽，接着模仿原始地球闪电的自然条件，连续进行火花放电8天8夜，最后竟得到了多种氨基酸和其他有机物。

一个系统称为模型，必须满足下列三个条件：(1)模型与

原型之间具有相似的关系；(2)模型在具体的研究过程中要能够代替原型，具代表性。墨子与公输盘对阵时的城池、器械模型就能在一定程度上代替真正的战争及战争时所运用的战术。(3)通过对模型的研究，能够得到关于原型的信息。这三个条件相互联系、相互制约，缺一不可，是建立模型的充分必要条件。

系统论既可以直接研究系统的原型，又可以先研究系统的模型，然后将结论推广到原型。通过模型研究系统，是系统论的重要方法。这一方法的运用，不仅可以大大减少认识系统所花费的代价，而且还为分析—综合方法在系统中的具体运用制造了必要的条件。

怎样进行模拟呢？

模拟方法是一种间接的实验方法。它是根据研究对象的本质特性，建立或选择一种与对象客体相似的模型，在模型上进行实验研究，然后将研究结果类推到原型系统中去，从而达到认识原型对象的目的。人类翱翔太空，就是运用模拟法实验后进行的。1957年10月4日，世界上第一颗人造地球卫星“伴侣号”在苏联拜克尔发射场由火箭送入轨道；同年11月3日，第二颗卫星“伴侣2号”又被送入轨道。与“伴侣号”不同的是，“伴侣2号”载着科学仪器及一条名叫“莱卡”的狗一同升入太空。1960年8月15日，苏联又发射“太空舱2号”卫星，将两条狗、老鼠、苍蝇及植物、种子送入轨道，然后又使它们安全返回地面。在此基础上，苏联于1961年4月12日由加加林驾驭世界上第一颗载人地球卫星“东方号”进入轨道在太空飞行了108分钟，绕地球一周后胜利返回地面，完成了轰动世界的伟大创举。

在完成载人飞行太空的过程中，人们运用功能模拟方法

首先将动植物送入太空实验,获取了大量数据,成为重要的技术资料,为人类进入太空并返回地面创造了可靠的条件,提供了科学的依据。

模拟与模型联系密切,有时二者之间很难划分严格的界限:一方面,几乎每一种模拟的例子都可看作是一种特殊的模型;另一方面,数学的和物理的模型又可以看作是某种特殊的模拟器。

模拟方法要经历三个步骤:第一,从原型客体过渡到模型。第二,通过实验对模型进行分析研究。这一阶段主要运用分析的方法,研究模型的具体情况及其与原型的沟通之处。第三,将对模型分析研究的结果外推至原型。

模拟方法有几种呢?

根据模型同原型之间的相似关系的特点可以分为三种:

(1)物理模拟

物理模拟是以原型和模型之间的物理性质相似为基础的一种模拟方法。物理性质相似包括物理量的相似,即所有的矢量如力、速度、加速度等在方向上相对应,在数值上成比例;所有的标量如密度、浓度、温度等在空间分布和时间间隔上相应地成比例;也包括它们在运动机理上的相似。如要研制一种超音速飞机,可事先制造一个按比例缩小了的飞机模型,在“风洞”中进行高速吹风实验,取得设计资料,以研究机翼或机身的空气动力特征,然后再正式设计制造。

物理模拟法可以在模型上直接观察到物理现象的过程,直观性强;能将原型中发生的综合过程在模型中全面反映出来。

但是,由于在这种模拟方法中模型和原型仅限于相同的物理本质,从而使这种方法运用的可能性受到限制,而且建立

模型往往周期长,价值昂贵,不够准确。本世纪 60 年代,数学模拟方法突破了物理模拟法的局限而发展起来。

(2) 数学模拟

数学模拟是以模型与原型之间的数学形式相似为基础的一种模拟方法。任何两种本质上不相同的物理过程,只要它们遵循同样形式的数学规律,就能够用数学模拟的方法来研究。例如在流体力学中,水头 h (水流高度) 的拉普拉斯方程:
$$\partial^2 h / \partial x^2 + \partial^2 h / \partial y^2 = 0,$$
和电学中电势 u 的拉普拉斯方程:
$$\partial^2 u / \partial x^2 + \partial^2 u / \partial y^2 = 0,$$
完全相似。因此,我们可以在实践中用一套相应的电路装置来模拟地下水的运动。

电子模拟计算机的出现使数学模拟发展到了一个新的阶段。人们把实验对象涉及的因素和条件抽象成为数学语言,建立起能够描述对象的运动规律的数学模型,然后用电子计算机进行模拟。这种数学模拟方法使用简便,通用性强,是现代科学研究和工程设计中常用的方法。

(3) 功能模拟

功能模拟方法是以生命系统、技术系统和社会系统中普遍存在的某些功能和行为的相似为基础,用模型来再现原型的功能和行为的一种模拟方法。功能模拟与其他模拟方法相比,主要特点是:①并不追求模型的结构与原型相同,人们要考虑的只是模型与原型之间在功能和行为上的相似尤其是系统整体功能的相似。②它的模型是具有目的性行为的系统。例如人们发现在北美有种响尾蛇,它有一种特殊的热感应能力,能察觉出五千万分之一的温差。人们研究了响尾蛇热感觉器官的结构功能,受到启发。经过功能模拟,人们终于在 50 年代制造出了红外线制导系统,它可以在一定距离内接受喷气式飞机发动机发出的红外线,然后自动跟踪。响尾蛇导弹安装上这

种制导系统,命中率相当高。

(4)智能模拟

智能模拟是一种侧重于人的智能方面的高级功能模拟。我们这里主要是指电脑对人脑的模拟。电脑的基质与人脑截然不同,但可通过某些途径使它具有人脑的学习、记忆、数学运算、逻辑推理、翻译、抉择等功能。

什么是智力图像法?

世界上的任何事物,在人脑的主观映象中都会有三种基本状态:具体形象、模式化形象和抽象概念。智力图像指的就是经过某种程度抽象的模式化了的形象:它不同于具体形象,而是排除了许多个性特征的形式化的抽象;但它又与语言符号的抽象不同,还保留着某种图像。

智力图像模型是一种思维模型,大量地存在于思想实验之中。这种模型必须包含有某种图像、图形符号,即某种类似于物理模型、几何模型的图像。在物理学上即需要这种智力图像。我们通常说的物理模型,也具同样的视觉图像性质。再如原子结构理论中的“玻尔轨道”、“电子壳层”、“电子云”等等,都是一种具有某种抽象性的智力图像模型。这里并非真有形象性的“轨道”、“云”之类的东西,“电子云”不过是电子在原子核外围各区域的几率分布状况的一种表示。

模拟的作用是什么呢?

模拟方法能从复杂多样的事物中把握其统一性,适合于科技发展的学科渗透、方法移植等特点,在科学研究中具有重要作用。主要表现在以下方面:

(1)再现历史、预测未来。运用模拟方法,可以再现历史上的事件,预测未来将发生的事件。如我国地质学家李四光在考察时发现,由于地球自转速度加快,引起地壳运动,从而产生

内部有联系的一种“山”字形构造体系。为了验证这个发现，他将一个空心大铅球安上轴，在上面敷上均匀的不干不湿的拌有铝粉的纸浆，然后旋转铅球，结果球的南北两极与“赤道”间的纸浆开始向“赤道”移动，互相拥挤而错动位置，形成了一个“山”字形结构，弓形的弧顶向着“赤道”方向，箭杆南北而卧——这就通过短期的模拟显示了地球在漫长的历史进程中所发生的缓慢的变化，从而证实了自己的思想。

(2)运用模拟法，可以将原型放大或缩小，以建立合适的模型，通过实验获取准确的资料。北京工人体育馆的设计，采用了当时世界上最大的直径达94米的悬索结构。设计时建立了直径分别为5米、18米的模型进行实验分析，为实际建筑提供了依据。

(3)运用模拟方法，可以保证人身安全，节省原料资金。如上文提到过的人类进行太空遨游，就是先用老鼠等作模拟实验确信无危险后才进行的；建立的模型，较之原型可以纯化，使其不受外界条件的限制，从而保证模拟结果的准确性；对于一些我们无法直接观察到的原型，我们可以通过想象建立实物模型，也可以根据实物原型构造一个理论模型，通过分析获取新的发现，等等。

模拟是一种复杂的思维方法，建立模型是个复杂的过程。在人工智能研究广泛深入开展的新形势下，它们对人类认识世界、改造世界的活动具有重大的启发作用，所以有人说它是“科技发明和理论突破的助产婆”。

14. 淘米做饭与高斯做数学题

——什么是系统工程

一个人,下班后要准备一顿饭菜,条件是只有一个炉子。如何在最短的时间内达到这个目标呢?一种做法是:猛搅快冲的淘米,大水冲漂蔬菜,急火烧饭炒菜。这样做,费时是少了些,能在较短时间内完成任务,但可能米淘得不净,饭蒸得不熟或蒸焦了,菜也切得不细,炒得不好,因此很难保证质量;即使米净菜细饭熟,也是心急手忙锅盘叮当。如果我们这样做:

第一,把任务分成几个部分,估计出各个部分在正常情况下所用的时间,如:淘米 5 分钟,洗菜 6 分钟,切菜 5 分钟,烧水 7 分钟,烧饭 12 分钟,炒菜 7 分钟。

第二,分析这些部分之间的相互关联,即其间先后次序的限制,工作转换的间隙,人手的忙闲,炉子的忙闲等,作出总体安排:先烧上水,然后淘米。水开后烧饭,同时可洗菜、切菜,最后炒菜。这样安排,只要 26 分钟就完成任务了。如果等一件完成再做另一件的活,至少需要 42 分钟。两种安排方法,前一种比后一种节省时间 38%,而且不慌不忙井然有序,饭熟菜香。

这是个很平常的小例子,但里边却包含着深刻的系统工程的道理。近年来,系统工程在国际上已成为一门热门学科,在自动化、宇航、控制论等多种国际会议上,它是讨论得最多的课题之一,国际性的系统工程会议多次召开,有关的论文、专著和杂志陆续出版发行,许多大学、研究所纷纷设置相应的专业,许多原来从事电气、电路、自动控制研究的科学家和工

工程师转行从事系统工程的研究。国外许多现代化的大企业、大工程往往喜欢说,自己的成就是系统工程师的杰作。美国北极星导弹的研制,原定计划6年完成,结果提前2年完成了。组织研制的单位把提前完成的原因,首先归之于采用了系统工程;许多人评论说,“阿波罗—11号登月成功是美国系统工程的胜利”。另外,巴西河流规划、墨西哥的绿色草帘、印度的城市规划等都被作为系统工程的成果而广为宣传。

系统工程为什么如此受到人们重视呢,它究竟是研究什么的?有何特点呢?

系统工程的意义与电气工程、机械工程的含义有所不同,目前,系统工程的本质内容可以说是方法学或“意图”学,而不像机械工程、电气工程那样是运行学。系统工程更强调人对客观规律的巧妙利用方面,故可称之为“事”理科学,即方法学或“意图”学。

人们做任意一件事,解决任意一个问题,达到任意一个目的,完成任意一个任务,一般总有不只一种不相同的方法与途径。而这些方法与途径中又总会有一种或几种是最好或较好的。这样一个找寻最佳途径的观点和思想,正是系统工程的基本精神和中心方法。

有一个德国数学家高斯的小故事:高斯在上小学时,有一次小学老师在课堂上给大家出了一道算术题,求 $1+2+3+4+\cdots+100=?$ 绝大多数学生都在逐个相加求和,这样做不仅费时费力,而且容易出错。因此,没有几个学生能得到正确的答案。然而高斯却在老师刚抄完题就举手说出正确的数字,使老师和同学们大为惊讶。原来他见到题后没有立即动手相加而是冷静地分析了这100个加数的特点,发现了一个规律:把一百个加数分成50对,从两头加起,每对加数之和都是101,

如 $1+100, 2+99, 3+98, \dots$ 于是立即算出答案: $50 \times 101 = 5050$ 。

高斯的高明之处,就在于他头脑中有了这样的意识:首先,他意识到求解这道题的方法不止一个,也就是说除了一般习惯按次序逐个相加之外,肯定还有别的方法;其次,他意识到这些不同的解法中可能有一种或几种是十分简捷的;再次他意识到应该找出一种最省时间、最不易算错的方法来进行计算。正是在这样的意识指导下,高斯才突破了习惯性思维,找出了简洁的算法。推而广之,在任何系统工程中,都存在最佳化问题,而寻找最佳途径的方法正是系统工程的最基本的中心方法。

系统工程的中心思路是系统思考,即把所要处理的事物看作一个系统,看到其中的要素与关联,并从总体角度把系统中的人、物、能量和信息加以处理和协调。按照系统思路观察处理事物和问题,不能只见“树木”而不见“森林”这个整体,也不能只见“森林”而不见“树木”部分,应该是既见树木又见森林。

系统工程思路要求用科学的方法回答下列问题:

第一,怎样把一个大的总目标,分解成一些小的目的?

第二,如何根据系统的总指标来确定各个分系统的指标?

第三,如何来协调系统中各元素的关系,从而保证总体的性能水平?

第四,如何根据总的进展要求来合理安排各环节的轻重缓急,确定最优次序,确定各项工序的进展要求?

系统工程是合理进行开发设计时所运用的思想原理、方法步骤、组织技巧的总称,它包括许多门工程技术。是一大类工程技术门类的总称。但这些工程有它共同的特点,即把定

量化的系统思想方法应用于组织管理的工程实践,寻求实践效果的优化。

系统工程包括如下内容:

第一,系统的模型化与仿真技术(这与系统分析与系统模拟有关)。

第二,系统的运筹与优化技术(这与运筹学、最优化理论有关)。

第三,系统的设计、评价与可靠性。

第四,系统管理技术。

15. 埃披通拉斯剧场的建造

——系统工程的应用

公元前 325 年的古希腊,曾建造过一个埃披通拉斯露天剧场,它完全是依照自然环境所提供的条件修建成的:在群山环绕的谷地上修一座圆形舞台;依照山势的起伏修造了可以容纳三四万人的圆周梯形看台;在舞台的不影响观众视线的地方,立起一道有雕塑装饰的大墙,靠群山和大墙可以反射演员的声音;借助于远处的大海作背景,借助于阳光和月光,作为白昼和夜间的照明——希腊人就是这样用极节俭的手段,充分利用大自然的优势,取得了剧场的豪华的效果,一举解决了观众座席、音响效果、舞台衬景和舞台照明等方面的问题。这项工程可看作系统工程的范例。

系统工程是把系统科学的理论和方法具体应用于各社会领域和学科领域的科学,是系统科学的应用分支。在整个系统科学体系中,它属于最低一层阶梯。

系统工程的兴起与发展,有一个漫长的历程。

人类朴素的系统工程思想很早就产生了。在许多巨大工程的实施中,科学家们采用综合处理的办法,对工程各个环节的相互联系、相互作用作了精心筹划,用极其经济的人力物力条件达到工程的最优效果。如开篇介绍的埃披通拉斯露天剧场建于距今两千多年的古希腊时期;我国近代著名科学家詹天佑,在修筑铁路隧洞工程的时候,也成功地运用了系统工程:当一条隧道需要纵向穿过一道山嶂时,开始只能从山的两端相对掘进,工作面很小,施工进度很慢。后来詹天佑采取从山的嶂背上向下凿开几个工作面,同时向隧洞方向掘进的方法,使工作效率提高了几倍,山嶂背上开出的洞口,又可以解决隧道中的空气流通和光线照明问题。这也是成功的系统思想的运用和系统工程的范例。

近代的系统工程可以说起源于美国。

本世纪初,美国工程师泰勒创立工业系统。他从合理安排工序、写明和分析工人的动作、提高工作效率入手,研究管理活动的行为与时间的关系,探索管理科学的基本规律。

1940年,美国贝尔电话公司所属的贝尔实验室,在研究微波通讯网络过程中,首先提出“系统工程”一词,并用一套系统工程的方法论,按照时间程序把工作划分为规划、研究、发展和发展期间的研究及通用工程5个阶段,取得良好效果。

二次世界大战期间,由于军事上的需要,运筹学产生并用于大规模系统。如英国在制订作战计划、解决护航舰队的编制、防空雷达的配置与运用、提高反潜艇的作战效果以及民防问题中,应用了数学规划、排队论、博弈论;美国应用运筹学建立了防空系统,花了6年时间,组织动员15000人研制原子弹,此即著名的曼哈顿计划。运筹学的发展,为求得系统最优

化奠定了基础,也为系统工程奠定了理论基础。

1964年,在数学家冯·诺依曼博士指导下,建成了世界上第一台电子计算机ENICA,为系统工程提供了强有力的运算工具和信息处理手段。

1948年,美国贝尔电话研究所的数学家申农创立了信息论;同年,维纳创立了控制论。信息与控制这两个重要概念对于推动系统工程理论的发展起到了极其重要的作用。

1957年,美国密执安大学的H·H·Goode教授和R·E·Maohol教授合写的《系统工程学》一书中正式定名为系统工程学,并作为专门术语沿用下来。

1958年,美国在北极星导弹研究中,首先采用了计划评审技术(PERT),有效地进行了计划管理,从而把系统工程推进到管理领域。

70年代以来,系统工程已进入到对大规模系统的研究,进入到解决各种复杂的“社会—技术”系统和“社会—经济”系统的最优控制、最优管理阶段。以跨国的北欧电网为例:电网内部全部可调容量达5400万千瓦左右,有水电、火电、核电等各种能源形式。这样规模庞大复杂的输配电发展必须协调,发电、供电建设和最优运行方式也需协调。在这种规模庞大、结构复杂、目标多样、功能综合、因素众多的大系统中,发展了分层管理、多级递阶控制的方法。

近年来工业发达国家在发展系统化管理的进程中,出现了一个新的研究领域——战略研究。即从全局、总体和长远观点来研究大系统发展的战略方向,确定每一个阶段的战略目标,根据预测作出战略决策,制订战略规划,并研究今天的决策对未来的影响,这就突出了长远规划对完成目标的重要性。

目前,系统工程尚在发展之中,在理论结构与方法体系上

还不够完善。但它作为一门边缘学科,具有强大的生命力这一点已被事实有力地证明了。

系统工程的应用几乎遍及社会经济及工程技术的各个方面。包括国家系统、社会系统、生产系统及流通服务系统、自然对象系统、人体对象系统等极广泛的领域。归纳系统工程与实现现代化有密切的关系。现在,世界上许多国家已将系统工程用于城市规划、交通管理、河流统制、能源决策、生态保护、农业改革等方面的重大课题。有许多学者提出系统工程的思想和方法对于发展中国家尤其重要。先进工业国家用近10代人时间完成了现代化,他们是摸索着干的,走了不少弯路。我国在现代化建设事业中,如能充分借鉴先进国家的经验和技術,采用系统工程的科学方法来组织人力、物力、财力,选择最佳途径,那么完全可以加快现代化建设的步伐,尽快实现现代化。

16. 蜜蜂发出的信息

——信息论、信息方法与信息科学

在动物界,蜜蜂是群体活动的昆虫,它的勤劳不辍早已为人赞扬。它们是有着严密组织的控制系统,具有完善的信息联系,通过特有的方式进行信息交流。令人惊奇的是它们用某种形式的编码进行内部通讯联系,调节群体活动,如当一只侦察蜂发现蜜源后,它立即飞回蜂群,通过舞蹈动作把信息传给工蜂。工蜂接收信息后,立即按侦察蜂通过舞蹈动作所传递的蜜源距离和方向的信息去采取花蜜。奥地利学者弗里希曾进行过如下的实验:他把盛有果酱的盘子放在离蜂箱不远的地方

观察。开始,蜜蜂并未注意。忽然,有一只蜜蜂发现了。飞过去尝了尝,然后飞走了。不一会就引来了大批蜜蜂,它们开始了盘子——蜂箱——盘子之间的飞行,直到把盘子里的果酱搬完为止。弗里希通过试验与观察,发现侦察蜂传给工蜂的信息是通过舞蹈动作表现出来的,舞蹈的图形和次数的变化表示蜜源的方向与距离的不同。据统计:

当盘子距离蜂箱 100 米时,舞蹈 9—10 次;

当盘子距离蜂箱 200 米时,舞蹈 7 次;

当盘子距离蜂箱 2 公里时,舞蹈 4 次;

当盘子距离蜂箱 6 公里时,舞蹈 2 次。

如果舞蹈的方向垂直向上,则表示朝太阳方向飞行;如果舞蹈方向垂直向下,则表示朝太阳相反的方向飞行;如果舞蹈有一定的角度则表示朝偏离太阳的相应角度的方向飞行。

蜜蜂是靠信息的传递才能够寻觅食物,得以生存的;而人类从古到今,更是一时一刻也离不开信息。但是在本世纪 40 年代以前,人们并没有意识到信息资源的存在;只有在信息的奥秘逐渐被揭开之后,信息才成为专门的科学研究对象,产生了信息论,并逐渐发展为信息科学。

信息论是研究信息的产生、变换、处理、传递和使用的理论。

信息论早期又叫通信理论,奠基人为申农。申农所创立的信息论是一门应用概率论与数理统计方法研究信息处理和信息传递的科学,其任务是解决电子通信技术的编码和抗干扰等问题,从而提高通信系统的传统效率和可靠性。

申农信息论的主要内容是:

(1)对信源、信道、信宿、编码等问题进行了初步研究,第一次提出了通信系统模型;

- (2)提出了度量信息量的公式;
- (3)提出了充分利用信道的信息容量问题;
- (4)初步解决了在信息终端提取由信源发来的消息等技术问题。

信息方法指的是什么呢?

所谓信息方法,实际上就是广义的信息论。也就是应用信息论观点来考察控制系统的行为功能结构,从信息的获取、传输、加工、处理等过程去研究控制系统的运动规律。

信息方法有不同于传统的经验方法的自身特点;在现代科学技术和社会发展中有着重要的作用,概括起来有以下几点:

(1)信息方法揭示了机器、生物有机体和社会物质运动形态之间的信息联系。

(2)揭示了某些事物运动的新规律,对过去难以理解的现象作出科学的说明。

(3)信息方法为实现科学技术、生产、经营管理及社会管理的现代化提供了思想武器。

申农早期的信息论,基本上局限于通信技术领域。经过50—60年代许多学者的研究,逐渐发展成了一门相当完整的科学理论。它包含统计信息、语义信息和有效信息理论。统计信息以通信系统模型为对象,以概率和数理理论为工具,从量的方面来描述信息的传输和提取方面的问题。

语义信息也称意义信息,是指信源发出的信息所包含的意义。任何物体所发出的信息都具有一定的意义。如果用语言表述,则指信息的语义,即语言的含义。这里所说的语言,包括口头语言与书面文字语言。

有效信息指信源所发出的信息被信宿如收信人收到后所

起的效果和作用,即信息的实效、效应,信息的价值问题。

随着人类社会的进步,信息理论研究也在深入发展,并广泛渗入其他学科,普遍运用于各个领域。因此它所研究的范围就不仅涉及通信系统,也不仅涉及客观现实领域,而且涉及人的思维领域,内容复杂,涉及面广,研究工作不断进展,我们来看看语义信息及有效信息的研究:

信源发出的消息,如果只是从量的方面来说,信息量可以相等。但信息量相等的信息,其意义有时相同,有时可以很不相同,甚至完全不同。比如人发出“O”的声音,频率不变则无义;音调如有变化,当变成阳平时表示“哦?怎么啦?”带有疑问义;如变为去声时,则表示“啊?我明白了!”表示问题已解决。——同样三个“O”,信息量相等,但意义却不相同,而且还存在着这些不同意义是否能为信息接收者理解,理解到什么程度等问题。

因此,信息的意义问题。涉及信息发送者与接收者双方的主观意义的定量:发送者发出的信息的含义如何定量?接收者对发送者意图的理解程度如何定量?等等。这比申农信息度量方法要复杂得多。

60年代以来,有人提出了语义信息问题,并作了一定研究。如1952年卡尔纳提出的语义信息,1974年哥廷格尔的无概率(主观)信息;还有人提出要将物质信息与观念信息相区分等。

申农的信息理论没有考虑信息对于收信人的效果和作用,因此在需要考虑收信人、使用者的需要和目的及信息对系统使用的后果和效益时,有效信息理论则可以发挥作用了。

目前,信息科学已经涉及几乎所有领域,它的发展必将促进其他学科领域的飞速发展。

17. 莫尔斯电码与排字工人

——信息论产生的基础

下图是一张莫尔斯电码与英文字母的对照表。莫尔斯利用点和横线的不同组合编出了英文字母的电码。在编码中，他敏锐地发现其中有些字母比另外一些字母的使用频率要高得多，于是就把最短的组合配给最常用的字母，也就是把最常用的字母的码编得短一些。

· —	A	— ·	N
— · · ·	B	— — — —	O
— · — ·	C	· — — ·	P
— · ·	D	— — · —	Q
·	E	· — ·	R
· · — ·	F	· · ·	S
— — ·	G	—	T
· · · ·	H	· · —	U
· ·	I	· · · —	V
· — — —	J	· — —	W
— · —	K	— · · —	X
· — · ·	L	— · — —	Y
— —	M	— — ·	Z

如何解决这个问题呢？他通过思考分析，推断出排字工人长期与字母打交道，凭他们长期的经验，完全能知道哪些字母

使用频率最高。于是他多次走访排字房，仔细观察排字工人对于每个“字模”所储备的数目。最后他根据使用的频繁程度把英文字母重新排了一次序，将“E、T、I、A”这类常用字母的电码编成最短的“·”“—”“··”“·—”；将“Z、Q、V”等这类较少使用的字母的电码编得较长，即“— — · ·”“— — · —”“· · · —”。

莫尔斯的这项工作，既是对前人应用信息的总结与提高。又成为后来申农信息论的产生的基础和来源。

人类应用信息已有着悠久的历史。人类在生产过程中建立了人与人之间的关系，而要沟通这种关系就必须要有信息，要进行通信，而人类的通信离不开语言。正如恩格斯所说：正在形成中的人，已经到了彼此间有些什么非说不可的地步了，这种需要产生了语言，而语言则成为人类彼此交流知识和信息的重要工具。早期的人类直接面对面用口头语言进行通信，交流劳动中所获取的信息。继语言之后，文字成为人类记录、交流知识信息的重要工具，从一些简单的图形，到使用象形文字，都是信息的交流。人类发展到18世纪，文明和科学技术的发展，使记录和交流信息的工具和载体也有了极大改进，过于采用语言、文字书信，通过由骑马到火车、轮船来传送信息的方式已不能满足人们“迅速”、“准确”地传送信息的需要。

1832年美国的艺术家莫尔斯，由研究美术转向研究电报机，1837年发明了电码编法，即本节开头提到的方法——莫尔斯电码。后来在美国国会提供资金的大力资助下，他在华盛顿和巴尔的摩之间架设了世界上第一条电报线路，于1844年5月正式投入使用。1896年意大利年轻的马可尼又成功地发射电磁波信号，使大西洋彼岸的纽芬兰的接收台成功地收到了用莫尔斯码发出的信号。英国的贝尔由电线传送电码，联想

到直接传送人的声音,并在电报装置工作原理的直接启发下,于1876年发明了电话;1877年爱迪生发明了用碳粒构成的声电信号转换器,将它装在听筒和话筒里,从而极大地促进了贝尔电话机的改进发展。

无线电报和电话的发明,拉开了信息革命的序幕,它们在信息技术发展上具有划时代的意义。莫尔斯编码的思想方法,是后来申农等人信息论观点产生的基础和来源。像申农把一则消息当作一个随机过程的处理方法,将数理统计方法运用于信息论,使概率论及数理统计成为信息论的重要数学基础,这些重要思想都可以在莫尔斯编码思想中找到它们的雏形。

18. “狼来了”

——什么是信息

有个大家都熟知的故事,说的是有一个放羊的小孩,一次正在山上放羊,忽然来了一只狼,钻进羊群,咬死了不少羊。小孩急中生智,大声哭喊:“狼来了,狼来了!”人们听到喊声,纷纷拿着木棒、铁锹等从四面八方赶来,赶走了凶恶的狼。

放羊的小孩看到这一幕情景,感到十分好玩。又过了些日子,他故意装着惊惶失措的样子,用嘶哑的哭声大喊“狼来了,狼来了!”附近干活的农民们,拿着劳动工具跑到山上,却连狼的影子也未见,就问放羊的小孩。这个小孩见此情形,得意洋洋地说:“我是在哄你们玩的呢!”大家听后,甚是气愤,纷纷指责放羊娃不该拿这样大的事情开玩笑。

又过了些日子,放羊娃正在山上放羊,忽然真的来了两只狼,在羊群中横冲直撞,羊吓得四处奔跑,他急了,一遍又一遍

地高声喊叫：“狼来了，狼来了，快来救救羊群！”但周围干活的叔叔伯伯听了，一致说道：“这个调皮鬼，又在骗人了！”谁也不再帮他。两只狼咬死了许多羊，又叼起两只羊羔，大摇大摆地走了。

这个故事从道德角度告诫人们不要说假话；如果从信息论角度看，人们之所以能一致赶到山顶去打狼，是因为大家知道了“狼来了”的信息，而“狼吃羊，狼很凶恶”的知识是大家早就知道的。

“信息”在不同领域具有不同意义。在生物界，动物以触觉、气味、动作、声音来传递信息，以触觉、味觉、视觉、听觉来接受信息。如蚂蚁靠触觉传递信息，指示同类应当循着什么方向去找食物；有一种白蚂蚁，当它发现了食物之后，在返回途中能放出一种叫 Pheromes 的化学气息，只有它的同类蚁群才能识别这种气味，并沿着这种气味的路线找到那白蚂蚁所发现的食物资源；蜜蜂靠飞翔的弧线即舞蹈传递信息，为它的同类指示蜜源的方向和位置。猴子能发出不同频率的声音信号，以传达某些信息。据说有一种猴子能发出至少 6 种不同的警告声响，以向同类报告它遇到了哪些劲敌，如豹子或蛇等，目的在于警告它的同类赶快逃走或采取一定防御措施，它们就是凭着这种信息的传递和接收，以求得生存与发展。

动物的这些信息活动，是它们动物的本能，信息在这里指的是动物对物象作出的本能的反应。

信息在日常用语中，指的是消息、指令、情报、密码、数据、知识等。如牛津字典认为“信息就是谈论的事情，新闻和知识”；韦氏字典指出，“信息，就是在观察或研究过程中获得的数据、新闻和知识。”在通信科学理论没有形成以前，信息这个概念用得很少；即使使用，也是被看作消息、新闻的同义语，是

人们关于某种事物的知识。随着社会的发展及通信理论科学的产生与发展,信息才被赋予严格的科学定义。

就人类社会角度,信息包括了两大方面的意义:第一,人对事物的认识。比如人们根据历年来的经验,看到“一叶落”——个别树叶枯黄而从树上落下来,就“知天下秋”——由此推断出秋天来了;第二,人与人的交际——通过语言、文字,通过音响、图像等交换信息,交流思想。

信息可分两大类,靠感官——触觉、味觉、视觉、听觉等接受的信息,谓之“给出信息”。如猴子的叫声、蜜蜂的舞蹈,都是给出信息。再如一个人因事大发雷霆,失手碰翻了杯子,掉到地上摔碎了。这杯子摔碎的声响也是给出信息,人们根据信息可以知道,此人虽不是有意识打碎杯子,但说明他此时此刻心情太激动了。

向预定的受信息传递者发出的信息,即信息接受者接收的有特定意义的信息,谓之“交际信息”,这是人类特有的接收信息的能力。如古小说中常有这样的情节:为了智擒某人,先召其来赴宴,于帐后埋伏下刀斧手。但等“菜过五味,酒过三巡”,主将将酒杯一掷,刀斧手一齐拥出,将某人拿下斩首。这里的“掷杯”,就不是一般的动作,而是一种“信号”,一种事先与刀斧手约定好的擒拿某人的指挥信号。这种以“掷杯为号”,组织指挥别人采取某项行动的事先约定的有意识活动所产生的信息,就是交际信息。

由于信息概念广泛渗入各门科学领域,而各学科又有自身的特殊性,因而出现了从不同侧面对信息概念的不同定义。有人统计,对信息的定义已有近40种。较典型的有以下几种:

(1)信息是人们对事物了解的不定性的度量。如人们有时回答:“不清楚”,就是“不定性”。

(2)信息是控制系统进行调节活动时,与外界相互作用、相互交换的内容。

如蜜蜂为了采蜜,必须控制、调节蜂群的活动。而在采集花蜜、调节群体的活动过程中,蜜蜂与自然环境以及蜜蜂个体之间需要交换一种东西,以便互相了解,达到调节群体活动趋向、采集食物、维持生存的目的。而这种相互作用、相互交换的东西就是信息。

(3)信息是事物的联系、变化和差异的表现。例如广播电台每天报道的新闻都是变化的,都有新的内容,反映了国际、国内的大事及动态,为人们提供了信息。如果第一天报道的内容,第二天、第三天再重复报道,毫无差异,那么人们再听它时,就没有获得任何信息。

(4)信息表现了物质和能量在时间、空间上的不均匀分布。如电视图像是由于电磁波不均匀的分布,我们才能从电视机荧光屏上看到色彩不同、深浅有别的各种图像,才能从电视机、收音机中听到音调高低不同、速度快慢有别的各种声音,从而给我们送来各种各样的信息。

(5)信息是系统的组织程度、有序程度。如蛋白质由20种氨基酸构成,由于它们结构、排列不同(有序化程度不同),可以给出天文数字的各种组合,从而形成生命所需要的一切蛋白质,并发展进化为不同组织程度的生物有机体。

(6)信息是由物理载体与语义构成的统一体。

以上几种观点,各自从不同侧面提出,都有一定道理,能帮助我们从一个方面了解信息概念。

19. 禅宗五祖传六祖

——信息的可感可知性

佛教禅宗中有个五祖传六祖的故事，说的是禅宗五祖弘忍传授衣钵之前，徒弟神会以“菩提以为树、明镜以为台，时人勤拂拭，莫使生尘埃”的偈语应对。弘忍见幼徒慧能不满意此偈，便在他头上拍了三下。慧能心神意会，三更天到师傅处，对以“菩提本无树，明镜亦非台，本来无一物，何处惹尘埃”的偈语。弘忍大为赞赏，认为悟出了禅宗的真谛，于是将衣钵传于慧能，是为禅宗六祖。

在神会应对时，慧能虽然未说话，但他的师傅通过视觉根据他的表情得到了慧能不满意师兄对答的信息；接着，他又以拍头三下的动作，传递了信息；慧能则接收到了师傅召他“三更天相会”的信息，他的偈语既说明了为什么对师兄的答对不满，又表达了自己对“禅”的理解，并将这一信息传递给师傅。这个典故说明，信息是可以感知可以传递的。

信息的感知，靠的是人的视觉、听觉、嗅觉、触觉等：眼睛看到“一叶落地”，于是感知到“秋天来了”的信息；听见树上的蝉鸣，于是感知到“此时正值夏天”的信息；通过视觉，我们从书本、报纸杂志上获得有关文字的信息和新闻信息、知识信息；通过听觉，我们从广播中知道了当天的新闻……有些信息，如电磁波、红外线等，在人类形成以前就存在了，但人们在近百年内才感知到它。这并不说明有不可感知的信息，只是由于以前感知手段尚不完备而无法感知罢了。

信息传入人脑并非各就各位，水火不容，而是具有联系

性、扩展性。当人们感知到一个新信息后，它在被处理时可与已储存于头脑中的其他有关信息进行并联、串联、互相渗透，从而产生新的排列组合。如读《红楼梦》这部小说，了解的是以宝黛二人悲欢离合为中心展开的一系列故事。但这曲折复杂的情节，却引人联想起中国古代文化的基本宇宙观念即阴阳五行说，比如黛玉属木，宝钗属金，宝玉属土，从而有“木石前盟”、“金玉良缘”，展开了复杂的情节：黛玉是木属中的弱花，木由水生，进入夏季，这逢春之木便日子不好过起来，秋天到便抱病独处，奄奄一息了。黛玉一生代表“春”的诞生——成长死亡这样一个完整的运动；黛玉的衰弱又使宝钗获得了阳春的旺盛活力。金木水火土的相生相克，推动着故事情节的发展。这就是信息的扩展性。

信息的扩展性也从一个方面体现出信息的相对性：同一信息，有的只看到了表层信息，有的看到了深层信息；有的再加以联想，使信息成为拓展信息。

信息是可以传递与传播的。慧能以自己的神情向师傅传递了自己对师兄的回答不满意的信息；弘忍则以拍头三下的动作向慧能传递了召他三更相会的信息，慧能“意会”了这一信息，使传递成为可能。

传输、传播信息需要载体。信息的传输需要某种物理过程作为载体，方能得以实现。如语言信息的传输是声带震动通过空气为载体，成为声音的过程。

信息以信号形成传输，信号的载体物质便是信道。一般所说的信道是指只传输信息、不变换信息的狭义的信道，如电话线、可传播电磁波的空间等。信道对于信息主要起转换、传递作用，同时对输入信息也有一定变换作用。

一定层次范围的信息，可在载体基本不动的情况下，由一

个载体流向另一个载体。信息的传播有以下规律：

(1)信息源具有取之不尽的特性。如一次发明可以被不断地用于制造产品，产品数量不受限制。

(2)信息是接收者预先不知道的消息，如果向一个系统输入它已经接收过的信息不会产生新效果。如在已经录制原版带歌曲的录音带上，用完全相同的原版再录一遍，不会产生任何效果。

(3)同时进入或先后进入一个系统的若干相互独立的信息，迭加而成的信息的信息量，等于每一个独立信息的信息量之和。如8个人每人一条信息，互相交流每人各有8条信息。

通过信息传播规律的以上三个方面我们可以看出，整个世界可以划分为许多系统。每一系统的信息既不会凭空损失，又不会因输出而损失。所以任一系统拥有的信息量再也不会减少，而信息相互传播又使系统不断得到输入信息，其中不重复的信息不断地增加着系统拥有的信息和信息量。

这样，系统的信息量必然会随时间的进展只增不减，在信息相互传播交流的作用下，各系统的信息量密度都随时间而不断增高；而信息量密度的增高又促使信息相互传播范围和速度的增大，所以信息量密度的上升大致呈指数规律。这就是由信息传播规律直接导出的信息密集化原理。地区与地区间、国家与国家间信息的充分交融，会大大加快各自的经济、技术的发展速度，就是这方面的一个极好例证。也正是信息量密集化原理，信息量密度增长的指数规律，造成了当今社会的信息爆炸、知识爆炸。

20. “麦克斯韦妖”是否存在

——信息与能量

“麦克斯韦妖”并不是个真正的或传说中的妖怪，而是麦克斯韦尔在《热的理论》一书中提出的一个著名的假想物。他假想有一个充满空气并且温度均匀的容器，中间装有一扇活门，把容器分为 A、B 两室。开始，AB 两室的温度是一样的，后来，“麦克斯韦妖”就打开了这扇活门。活门的开关只允许运动较快的分子从 A 室进入 B 室，而较慢的分子只能从 B 室进入 A 室，这样，“妖精”就能在不消耗能的条件下提高 B 室的温度。这表示热量可以自发地由低温物体流向高温物体，从而向热力学第二定律提出了挑战。到底热力学第二定律还能不能成立？这个“麦克斯韦妖”能不能存在？问题提出后引起了人们的争论。在争论过程中，涉及信息的作用以及信息和能量的关系问题。

关于“麦克斯韦妖”的争论之所以涉及信息与能量的关系问题，是因为如果这个“妖精”存在，那么“妖精”为了控制活门，就必须掌握有关分子运动快慢的信息，从而有选择地打开活门，让快分子进入 B 室，慢分子进入 A 室。而“妖精”要获得信息，就必须消耗一定的能量。

1948 年申农创立信息论，采用了“熵”这一术语作为信息的度量单位。申农对热力学没有直接兴趣，所以他提的这一概念术语虽然与统计热力学所采用的度量是同一名称，同一函数，但却没有解决它们之间的联系。然而这一信息度量单位的出现却引起物理学家们的极大兴趣。法国物理学家 L·布里

渊在他的论文和 1956 年出版的专著《科学和信息论》中,把两个熵作为同一东西看待,从而驱逐了“麦克斯韦妖”;解决了信息与能量之间的关系问题。他分析道,如果“妖精”要打开活门,就必须分辨分子运动的快慢速度。因此要设法照亮分子,就必须提供亮光,就要消耗能量,这样才能获得分子运动快慢的信息。换句话说,如果没有照亮分辨分子运动所需要的能量的输入,“妖精”就缺少足够的信息来控制分子的运动方向,“妖精”的活动就不可能进行。如果把容器、气体、活门和“妖精”组成的系统看作是处在热动力平衡状态中,即这一系统不存在能量转换或能量传递过程,原则上“妖精”控制分子的运动方向也是不可能的,因为这种系统不会提供对分子运动进行辨别的信息。因此,这种不消耗功的“麦克斯韦妖”是不存在的。

布里渊在分析“妖精”存在的不可能性中,建立了信息和能量之间的内在联系,并可以定量的计算出来。

21. 你的想法是怎样产生的

——信息与意识

人是一个高度发展的自动控制系统,与其他控制系统不同的地方就在于能够在实践活动中主动探求客观世界中各个方面各个层次的信息。经过人的头脑的复杂变换加工,可以把物质信息变换成观念信息,并可根据头脑中已有的观念信息去创造新的信息。人类之所以表现出动物所不具有的能动性,就是因为人类具有高级的反映形式——意识。

意识包括感觉、知觉、表象、思维等一系列心理活动,这些

心理活动也是一系列复杂的信息运动。维纳在谈到人这个控制系统的信息运动时说过：“人是束缚在他自己的感官所能知觉到的世界中的。所有他所收到的信息都得通过他的大脑和神经系统来进行调整，只在经过存贮、核对和选择的特定过程之后，它才进入效应器，一般是他的肌肉。这些效应器又作用于外界，同时通过运动感觉器官末梢这类感受器再反作用于中枢神经系统，而运动感觉器官所收到的信息又和他过去存贮的信息结合在一起去影响本来的行动。”

现代神经生理学研究成果表明，人体的感受器官都是信息的接收装置，不同的感受器官由于专业化分工不同，接收的信息也不相同。如视觉可接收形状和颜色信息、听觉可接收声音信息等。即使在同一感受器官内，许多不同的神经组织特异性细胞，也都表现了极为不同的专业化现象，对不同刺激物有着不同反应。如人内耳蜗管底膜的长纤维听觉神经，只对低音有选择反应，而短纤维听觉神经，则对高音有选择反应……人体各感觉器官的众多特异神经细胞对应于各种信息各司其职，从而对信息进行接收和初步分类，成为反映过程的第一步。

接着，各感觉器官把接收到的各种信息不管是光子、分子、声波、压力、温度等任何形式，都一律编译成生物电流的脉冲信号，通过神经纤维传给大脑。如听觉感受器官感受到的声音，经过中耳听骨链，转换成内耳蜗中的液体声波，激发有关听神经，听神经就把声音编译成电脉冲信号。它们携带着一定信息，沿神经纤维通路传递到大脑。

人的大脑是个结构和功能极其复杂的中央信息处理机，当它接收到的电脉冲为载体的信息后，就开始进行极为复杂的信息变换活动：首先在神经元网络上以电信号的特定的时

空分布形成相应于客观对象的主观映像,继而对其进行分析选择,作出反馈或储存的决定。当作出反馈时,它需要动用储存器中以前储存的信号作比较;需要储存时,要将信息放入储存器中……

人的大脑不仅是信息处理系统,而且也是个信息发生系统;不仅可储存信息,而且可根据外界刺激和需要随时呈现记忆信息;还可以加工放大信息,使各种信息自由碰撞结合,从而创造出新信息;还可以校正或改变原有映像形成新的映像。

人类所特有的语言的产生和发展,使人脑在加工变换和制造新信息时,有可能在大脑神经的网络上作语言编码,从而使抽象思维活动成为可能。利用语言编码在原有信息基础上组合和制造新的观念信息,再以语言为载体发送出来,这种利用语言对信息加工变换和创造的过程,就是理性思维的过程。

总之,意识活动是个极其复杂的信息运动过程,离开信息运动,意识是不存在的。人只有通过器官从外部获得信息,在有机体内部信息参与下,才能形成意识,进行思维。

· 22. 中国陶瓷滞销与奈森致富的奥秘

——信息的获取

南京《周末》报曾登过这样一则报道:

世界上许多国家的陶瓷艺术皆源于中国。但是,现在我们却不断得到这样的消息:中国陶瓷在海外滞销,正在受到日本、南朝鲜、澳大利亚、美国……的有力竞争,呈现出每况愈下的趋势!

原因何在?张道一教授指出,主要有三大原因:

一是款式陈旧,某些工艺美术品和时代严重脱节;

二是工艺落后,制作效率低,又非常粗糙;

三是原材料单一,例如“象牙艺雕”,日本用高分子聚合塑料代替象牙,不但效果好,价格也比用象牙便宜一半。

我国是陶瓷的故乡,现在却在国际市场受到挑战,销路每况愈下,这是一个严峻的事实,其原因已由张教授分析得很明白。然而我们不妨再深入一步,探讨一下张教授所说的这三个原因的“原因”是什么:款式陈旧,是因为我们不善于捕捉市场信息,不了解当今时代人们对工艺品的需求和爱好;工艺落后,除了技术上的原因外,闭目塞听、盲目自大,老以为自己的产品天下第一,所以尽管制作效率低、又非常粗糙,还是心安理得,不想改进设备;原材料单一也是由于我们不了解世界市场信息或虽了解却反应迟钝所致——一句话,关键在于我们不重视信息科学,不注意捕捉和利用信息,对信息在新技术革命中的重大作用缺乏深入的认识和了解。这个事例告诉我们,在信息社会里,如果对来自四面八方的信息充耳不闻,只会自讨苦吃。

相反,谁能敏于捕捉信息,充分运用信息,谁就能取得胜利。第二次世界大战时期,英国就是通过雷达及时发现德军进攻的信息,保卫了自己:当时希特勒以钢铁武器为实力,用闪电战术一夜功夫夷平波兰,一个月内又荡平低地国家,并扬言要在一星期内铲平伦敦。由于英国采纳了皇家雷达公司的沃森瓦特的建议,在伦敦直到东海岸建立起雷达链系统,于大不列颠战役中及时捕捉德军信息,配合英国 700 架战斗机,有效

地抵御了德国元帅戈林的 2500 架轰炸机的袭击。因此丘吉尔在 1940 年 8 月 20 日下院的一次演讲中说：“在人类冲突的领域，从来没有这么多的人感谢这样少的人的努力。”丘吉尔所要感谢的，正是发明和开发雷达技术的人。

信息不仅在军事方面有重要作用，在商品经济、贸易及科研等各个领域都有举足轻重的作用。在西方资本主义社会，流传着奈森以独家新闻致富的故事：

1815 年，拿破仑在被囚禁于厄尔巴岛 10 个月后重返巴黎，组织军队与英国、维也纳等组成的反法盟军在滑铁卢进行决战。英国资本家奈森为了尽快掌握双方战争状况的变化，雇用了“飞毛腿信使”，并在多佛海峡配备了快船。6 月 18 日，拿破仑因寡不敌众而战败。第二天，奈森就得知了这个消息。但他装出一副英军战况仍然不佳的沮丧神态，向外抛售英国统一公债。其他人不知道战局已发生了重大变化，也随着奈森大量抛售，公债价格猛跌。奈森见时机已到，立即改变做法，大批吃进价格暴跌的英国统一公债。不久，英军获胜、法军惨败的消息传来，英国统一公债暴涨，奈森一天之内变成豪富。至今许多西方资本家提起此事，还对奈森的“顺风耳”及巧妙计策深为佩服。

以上事例充分说明了信息的重要性。尤其在信息化社会，新技术在突飞猛进地发展，新知识在迅速大量增长，人们的生产实践、社会实践在发生较大的变革。面临这种新形势，人们更需要研究从客体中迅速方便地获取信息、快速地传递贮存信息及加工处理原始信息的方式方法，以供人们进行控制、决策及执行之用，为实现现代化服务。

人类获得信息的源泉，有三类：

(1) 自然信息源

自然界万事万物都含有信息,自然信息源即泛指物理、化学、天体、地学及生物等方面的信息。古谚云“一叶落而知天下秋”、“燕子低飞蛇过道,必定大雨到”。这里所说的“叶落”、“燕子低飞”等,都是自然界所显示的信息。

(2) 社会信息源

社会信息源包括政治、经济、战争、法律、外交、文化、艺术等各方面的信息。这是个广阔的信息天地,蕴含着丰富多彩、无穷无尽的信息。奈森就是及时获取了法军战败这一信息后采取了一定策略而发财致富的,因此我们要善于从社会生活中捕捉信息,并要多渠道调查、分析,确定它的价值。

(3) 知识信息源

知识信息源指古今中外流传下来的史料、经验、著作、知识汇集等。它是前人智慧的结晶,只要我们善于捕捉利用它,就是“站在了巨人的肩膀上”,就能有所成就。世界上第一支温度计的诞生就是伽利略运用反向思维,捕捉知识信息,解决问题的结果。

一次,伽利略给学生上实验课,边操作边讲解,并提问学生:“当水温升高特别是沸腾时,水为什么会在容器内上升?”学生回答:“因为水加热,体积会膨胀;水冷却,体积会缩小,所以水就会在容器中上升或下降。”伽利略虽然早已懂得这一常识性知识,但听了学生回答,心中一亮。下课后他捕捉住这一信息,反复思索:“水的温度发生变化,体积也随之变化。反过来——从水体积的变化,不也能测出温度的变化吗?”经过反复实验,他发现在一根细试管上刻上刻度,管内装上水,排出空气加以密封,就能测出人的体温。就这样,世界上第一支温度计诞生了。

这个故事说明,除了灵活思维之外,具有渊博的知识,是

创造成功的前提。假如伽利略没有关于水受热遇冷后体积变化的知识,思维再灵活,也不可能制出温度计来。而要具有丰富的知识,就要善于从知识信息源中不断地撷取。

知识信息实际上是自然信息、社会信息沉淀积累后的优化和条理化,归根到底,它还是社会信息或自然信息。

信息获取的途径很多,方法各异。捕捉信息的方式主要有调查、咨询、实验、观察等。调查包括深入现场、访问采访、开调查会或座谈会等,直接从信息源搜集信息。观察指对自然环境及各种事物留意审视,从中发现信息。实验指通过对自然科学或社会科学的某方面的实验研究获取信息。

一般来说,人们总是有意识地去捕捉信息,直接为即时目的服务的。但有的时候,人们也会从间接的途径无意之中获取到非常有价值的信息。

第一次世界大战德、法交战期间,德军的一个参谋人员在观察战争时,发现一连几天的早上八九点钟,都有一只波斯猫在法军阵地后方的一座坟包上晒太阳。这是个无意之中获得的信息,同时又是个间接信息,因为不经思索的话很容易被忽略过去:人们观察战场,注意的往往是敌方人员的行踪,防御设备的加强,兵力的部署变化等,一只猫是不在“眼下”的。但德军参谋人员没有忽视这只猫,他们认为,第一,它不是野猫,野猫不会在战火纷飞的阵地上定时出没;第二,周围没有村庄,波斯猫的住处可能在坟包附近,说不定那坟包是个地下掩蔽部;第三,波斯猫是名贵品种,在战斗中还养这种猫,其主人决非一般军官。他们从猫身上获捕捉到大量信息,断定那是个高级指挥所。于是报告了上级,德军集中了6个炮兵营的火力集中轰击这个掩蔽部,使法军的一个旅司令部地下指挥所人员全部阵亡。这就是个于无意之中捕捉到的间接信息。

有的信息，当时看来无多大价值，没有捕捉的需要，但过一段时间后就会成为有价值的信息。

在捕捉获取信息时，应注意信息的及时性是很重要的。新闻写作中尤其讲究信息的及时性，所以人们常说“当天的新闻是金子，隔夜的新闻是银子，第三天的新闻是石子。”

获取信息不仅要及时，而且要以准确为前提。要保证信息的准确真实，首先要抓住其客观性方面，做到收集的信息应当是原始、客观、符实的情报；其次要对信息进行准确的加工，通过分析得出正确的结论。

有时候，一条信息从局部看是真实的准确的，但从总体上看却是不准确的。

信息的准确性是对个别信息的要求，信息的完整性则是要求信息整体的准确性，二者有机结合才能保证信息的作用。只要我们及时而准确地获取信息，就能鉴别信息，为作出明智而合理的决策打下良好的基础。

23. 从“蒋干中计”谈起

——信息的鉴别

《三国演义》里有个“蒋干中计”的情节，说的是曹操取荆州、破新野，任命荆州降将蔡瑁、张允为水军都督，操练水军，准备进攻东吴。东吴都督周瑜暗窥曹军水寨，见其深得水军之妙，大惊；又知道蔡张二人久居江东，谙习水性，深以为虑。正在这时，他的旧时同窗好友、曹操的谋士蒋干自告奋勇，来东吴说服周瑜降曹。

周瑜得知这一消息，心中大喜，设下了一个巧妙的计策：

他盛宴款待蒋干，痛饮至深夜并与蒋干同床共寝。周瑜假装大醉，和衣卧倒，呕吐狼藉。蒋干趁此机会，起床偷看周瑜房内文书，见有一封写着“蔡瑁张允谨封”字样的信放在最上边，急忙拆开看来，见上面写道：

某等降曹，非图仕禄，迫于势耳。今已赚北军困于寨中，但得其便，即将操贼之首，献于麾下。早晚人到，便有关报。幸勿见疑，先此敬复。

蒋干看罢，又惊又喜，连忙将信藏于衣内。这时周瑜翻身，蒋干急忙灭灯就寝。将近四更，忽听有人入帐喊周瑜，言“江北有人到此”。周瑜随来人一同出帐，蒋干只听帐外说：“张、蔡二都督道：急切不得下手，……”后面的话就听不清了。

蒋干获取了这两个重要信息，等不到天明便乘船赶回曹营，告知了曹操。曹操见信大怒，立即杀掉了蔡瑁、张允，另任命不懂水军操练规律的毛玠、于禁为水军都督。

蒋干如获至宝的这信息，其实是假的，是周瑜为除掉蔡张而周密设下的反间之计。蒋干不善于鉴别信息，中了计；曹操上当受骗，一怒之下，将蔡张变成了他的刀下之鬼；一旦鉴别信息，见出其假后，二人人头早已落地，悔之晚矣。可见对信息的鉴别选择是何等重要。

当今是信息社会，当各种信息通过不同渠道纷至沓来的时候，我们必须保持清醒的头脑，认真鉴别，以决定是否选择使用。

为什么要对信息进行鉴别呢？这是因为有些信息是人为的虚假信息，有些别有用心者，往往会故意制造假信息以混淆视听，或蒙混过关，或牟取暴利。有的信息是收集人在收集、加工处理信息时，有意无意地掺进了主观看法，改变了原始信息的面貌；有的信息是在传递过程中由于信道出现干扰而在到

达终点时出现了偏差或失真现象。有些信息会由于客观条件导致失真。另外,有些信息的价值并不是人们一眼就看出来的,而是隐蔽的,需要“慧眼”方能识别出来。信息具有相对性特点:同一个信息,对某人来说是有价值的、真实的,对另个人来说就可能是无用的、虚假的;此时为真实有用的信息,彼时又会转化为虚假无用的。因此,捕捉获取信息仅是第一步的工作,最终目的还在于经过认真鉴别后合理使用信息。

鉴别信息是一门学问,方法很多,最常用的鉴别方法有:

(1)分析鉴别法

这是鉴别信息最基本、最重要的方法。从客观上看,人类社会是个多结构、多层次的结合体,万事万物往往以各种形式、各种形态出现在这个社会当中:有的一览无余,让人直接看透其本质;有的若隐若现,让人思而得之;有的露出表面现象,本质却藏得严严实实,让人摸不透。从主观上看,获取信息固然重要,但如果对其不会分析,就认识不到信息的作用和价值。因此我们要长于分析、善于分析。

(2)预测鉴别法

预测指通过对现有资料信息的研究和分析来计算或预报未来的某些事件和情况。准确地预测信息,认识到信息的价值和未来的发展前景,就能做出合理而英明的决策。

前几年,鉴于西服大流行的趋势,领带厂如雨后春笋般出现,造成产品积压,仅上海就有一百多家领带厂倒闭转产。原因就在于决策者无眼光,无远见,只看眼前,只图近利、小利,盲目上马。这是没有很好地鉴别信息预测未来导致的严重后果。

(3)试测鉴别法

所获信息是真真假,有时可用试测法来鉴别,即用科学仪

器等工具和公式演算等手段对信息进行鉴别。

如浙江某厂在报上作了一则广告,称他们生产的“电暖风机”可在半小时之内使 20 平方米的住房的室温升高 20 度以上。此信息是真还是假?《电子报》刊载文章进行了论证,说明用计算公式从多方面进行了科学推算,即使房间完全封闭,电热转换效率为 100%,也达不到广告所说的指标。从而一下就鉴别出这一广告信息的虚假性。

(4) 重视信息反馈

重视信息反馈是合理使用信息、深化信息价值的重要方面。以往,人们往往忽略这个问题,形不成反馈性思维,只注意信息的获取与使用,不注意信息反馈,不注意通过信息反馈深入了解信息使用情况,因而影响了信息的使用。

要敏锐地捕捉信息,合理地使用信息,就要思维灵活,防止僵化,要认真分析研究信息的一切方面,一切联系和“中介”,进行多角度、多层次的立体思维,反向思维,侧向思维,大胆驰骋想象力,敢于标新立异。只有这样,才能充分发挥信息的价值,不断创造新的奇迹。

24. 阿基米德巧解“王冠之谜”

——信息的使用

科学史上有个广为流传的阿基米德巧解王冠之谜的佳话:一次,阿基米德居住的叙拉古国国王让一名金匠用纯金做了一顶王冠,得意洋洋地向臣下炫耀。但有个内行的人用手掂了掂王冠后,却对这顶“纯金”王冠发生了怀疑,因为如果是纯金的话,应该比现在的王冠更重些,更小巧些。其他拿过和看

过金冠的人一想也有这种感觉。

“国王的王冠不是纯金的!”这个信息悄悄地传开了。不久,这事就被国王的耳目汇报给了国王。国王一听,勃然大怒,决心要查个水落石出。

国王先把金匠叫来,问道:“有人说我这顶王冠不是纯金做的,你在里边掺了多少银子?快从实招来!”金匠一听,连声喊冤:“我怎敢欺骗大王?您给的黄金我全部用来做了王冠,一丝一毫也未剩。请大王称一称王冠就知道了。”国王命人将王冠放在秤上一称,果然与国王给金匠的金子的重量分毫不差。但重量一样不等于王冠就是纯金的。那个大臣总觉王冠里有蹊跷,但又没办法查出来,怎么办?于是他向国王建议,请出一个高手来解决这个难题:国王非常喜欢这金冠,又想搞清它到底是不是纯金做的。能不能不损坏王冠而搞清这个问题?

这个高手就是阿基米德。

接受了国王的这一难题,聪明多谋的阿基米德煞费苦心地想了很久,还是一筹莫展。为了消除疲劳,他就来到澡堂洗澡。澡盆里满满地盛着热水,阿基米德一进澡盆,热水就溢到了外面。他想:“真可惜啊,要向外淌掉像我身体这么多的水呢!”突然,如一道闪电在阿基米德头脑中一亮,他从澡盆溢水这一信息悟出了一个普通道理:把物体放进水里以后,排出的水的体积与物体的体积相等。

阿基米德大喊一声,便光着身子跑出浴盆,一边叫着“我知道了!我知道了!”一边穿着衣服,飞跑回家。

阿基米德拿与王冠等重的纯金块放进盛满水的容器里,看有多少水排出;再把王冠放进盛满水的容器里,看它排出多少水。结果发现,王冠排出的水比纯金块排出的水多得多——这就清楚地知道了那个王冠不是用纯金做的。

在事实面前，那个金匠不得不低头认罪。

洗澡的时候，人躺到盛满水的澡盆中，会溢出水来——这是个事实，如果稍一注意观察，任何人都会获取这一信息。但人们熟视无睹，不会想一想其中有什么奥秘，阿基米德却利用这一信息，解决了大难题，成为千古佳话。这说明，对于纷纭复杂的信息，我们不仅有个获取捕捉的问题，分析鉴别的问题，更重要的还是对信息的拓展使用。

信息是互相联系的。对于获取的信息，我们可以用联系的观点去进行拓展和移植。

信息移植拓展的方法很多，有的信息内涵是很丰富的，我们可以由表面现象探讨内部规律、看到它的深层原因，从而对获取的信息加以拓展。

由表及里是纵向拓深的过程，由点到面则是对信息的横向拓展。比如自行车、汽车等的内胎充气后可使其行驶得又快又稳，这是一个信息，据此，人们又发明了救生圈、救生艇；1959年英国电气工程师柯克列尔发明了气垫船，既能在水面上航行，又能在地面上行驶。这些，都是由点到面，巧妙利用信息的结果。

不仅同一信息可深化挖掘，同类信息可以一当十用，信息之间还可以触类旁通，由此类信息联想到其他类信息，从而解决生活中工作中的难题。

信息有真有假，我们要认真分析鉴别，确定信息的真实与虚假。但事物是联系的、发展变化的，在使用信息时，我们可以用真实的信息，也可以有意使用假信息，使信息的真假及作用发生转化。

诸葛亮是个智慧人物，传说他智胜老师的故事就是以真信息为假信息的例子。早年间，诸葛亮在水镜先生处读书。3

年过去了，水镜先生出了个古怪的问题作为出师考试试题：从早晨到午时3刻，谁能得到老师允许走出水镜庄，谁就算及格，就可出师。

弟子们各想计策：制造假情况以求得到允许，都未如愿。唯有诸葛亮一言不发，伏在桌上呼呼睡熟了。快午时3刻了，诸葛亮醒来，口有怨言。水镜先生气不过，厉声道：“你有什么话？当面道来！”诸葛亮粗声粗气地说：“你考试不考四书五经，却出这种古怪题目。害得窗友们费尽心机也徒劳无益。原来，我以为你学富五车，从今天的考题看，你真是幼稚浅薄！我以做你的弟子为耻，请还我3年学费，我再拜有真才实学者为师！”

水镜先生乃天下名士，谁人不敬？想不到今天受到诸葛亮如此侮辱，气得浑身打颤，连忙唤过几个弟子来，下令将诸葛亮赶出去。诸葛亮赖着不走，庞统等死拉硬拽，才将他架出庄去。刚一出水镜庄，诸葛亮就哈哈大笑，庞统等也恍然大悟：诸葛亮却连忙跑进庄内，跪倒在水镜面前：“冲撞恩师，罪该万死！”水镜先生猛然醒悟，转怒为喜，扶起诸葛亮，说：“你可以出师了！”

诸葛亮抓住先生出题古怪这一信息特点，表现出怨恨情绪，指责先生，索要学费，这个信息看来是真实的合情合理的，但古时讲究师道尊严，诸葛亮的行动又是不合礼仪的，所以才激起了水镜先生的怒气，从而达到自己的目的。这就是以真为假，似真实假的运用信息的方法和技巧。反过来，也可以假为真故意使用假信息以欺骗对方达到目的。有时还可以真假信息结合，虚实互用，以迷惑对方。在双方作战中，这种事例可说是比比皆是。

另外，人们获取了丰富的信息之后，对其进行排列组合，

也是使用信息的方式之一；而且排列组合的合理与否、巧妙与否，直接关系到信息的使用效率和质量。

铅笔的作用是写字，橡皮擦的作用是擦掉写错了的字，这是最普通的常识，也是一种信息。有人设计出将橡皮固定在铅笔一端的铅笔，这就是一种巧妙组合；有人提出了发明创造的“十二个聪明的办法”：加一加，减一减，扩一扩，缩一缩，变一变，改一改，联一联，学一学，代一代，搬一搬，反一反，定一定。这些方法大部分是对信息的组合利用。

有一个曾国藩改奏章的故事，也说明了信息组合的不同作用：曾国藩率湘军同太平军打仗，连连失败，伤亡很大。朝廷规定，历次战役情况必须据实奏报皇帝。幕僚起草的奏章上，有“臣屡战屡败，请求处分”的字样。狡猾的曾国藩看后，大笔一挥，将此改为“臣屡败屡战”。这一重新组合，不仅未受到皇帝处分，反而受到嘉奖：“屡战屡败”侧重点在一“败”字，自然会给皇帝以“常败将军”、“无能之辈”的印象；而“屡败屡战”侧重点在一“战”字，给皇帝以曾国藩是百折不挠，斗志顽强的将军的印象。

信息的使用与拓展是个很复杂的问题，只有以捕捉信息为基础，以分析鉴别信息为关键，以开拓信息为手段，以使用信息为目的，才能充分发挥信息的作用，为我们的工作、学习、科研、生活服务。

25. 盲人骑瞎马，夜半临深池

——信息的控制与反馈

晋时，一天，桓玄、殷仲堪、顾恺之三个人碰在一起，聊起

天来。聊着聊着，顾恺之灵机一动，提建议道：“我们每个人作一句诗，内容是形容危险的，看谁会形容，如何？”

桓玄先吟道：“矛头渐米(淘米)剑头炊(做饭)。”

殷仲堪接着说：“百岁老翁攀枯枝。”

顾恺之笑了笑，说：“井上辘轳卧婴儿。”

三个人说完，都认为自己形容得恰如其分，为谁高谁低争论不休。

殷仲堪的参谋坐在旁边，不甘寂寞说：“我也说一句形容危险的话，你们看如何？——盲人骑瞎马，夜半临深池。”

众人一听连连叫好。

至今，人们仍然以“盲人瞎马”一词来形容危险的事。

“盲人瞎马”为什么危险呢，就在于他们得不到足够的反馈信息：瞎马看不见，又缺乏明眼人的控制；盲人看不见，又没有明眼之马的自动控制；更何况乃是处于深夜时分，还缺少旁观者的信息输入。因此，虽然到了深渊边上，也毫不知晓，岂不万分危险？

反馈又称“回输”“回授”，最初这一概念是运用在电子工程系统中，当时是指把电子放大器输出的部分信号，再回输到该电子系统的输入端，便于用信号控制电子系统。后来，随着控制论技术被广泛应用到各个领域，反馈概念的内容也愈加丰富，使用范围也扩大了。系统输送出去的信息(给定信息)作用于被控制对象后产生一定的结果，将这一结果再输送到这一系统中去，并对信息的再输出发生影响，这一信息传递过程就叫反馈。

控制论系统既要求控制系统具有反馈回路，又要求控制系统具备另一个条件——信息。这是因为反馈之所以能起到控制作用，与信息有密切的关系。在一个控制系统中，反馈作

为一种手段,必须使用得当。用不用反馈?如何使用?使用到什么程度?这就要靠信号来指挥、调度。也就是说,只有在信息调度下,反馈才能发挥相应作用,使系统达到控制目的。

除技术系统外,生物系统、社会系统中的控制过程也是需要信号起作用的,也存在着信息传递。所以维纳等人关于控制论的一个基本理论观点,就是认为控制系统也是一种信息系统,因此必须用信息的观点来研究控制系统。维纳曾经研究过铁路上信号塔的情况,信号手控制着一组杠杆,它们能使信号机发出信号或停发信号,并能调整转辙装置。但也有意外的情况,特别是冬天,如果转辙器被冻结,或者信号机臂被大雪压弯,这时它们就不那么听使唤了。这时,信号手就必须时刻注意观察,以防它们不服从自己的命令,即信号机和转辙器的实际状态和自己发出的命令不相适应。为避免这类事故发生,就必须在每个效应器(即信号机和转辙器)附装一个能向信号塔回报的自动回报器,以随时将这些效应器的实际状态和动作情况报告给信号手。在这个系统中,信号手的控制活动都是通过一系列信号的发出、获取、传输、利用等环节来实现的。尤其信号手的一个有效行为,必须通过某种反馈过程来获得信息,了解命令是否完成。反馈具有普遍性,它存在于控制系统与信息系统。生物系统尤其动物与人体内就存在着这种信息反馈。如血压、体温等相对于环境的变化能保持相对稳定就是因为人在人和高等动物体内也存在着由信息运动、信息反馈来控制的恒温器、氢离子浓度自动控制器、调速器等内稳态系统。如果人体内信息的传输或反馈遇到故障,人就会出现病态。

在创造过程中,强化信息反馈,具有主要作用。要强化信息反馈,首先要充分重视回路作用,主动而又及时地进行总结,自查回路效应。从自我质疑中获取反馈信息,这也是一个

重要方面。另外还可以请教他人,获得反馈信息;或者征求意见,从批评中获得反馈信息,以求进步。

26. 机器人、指南车与维纳讨论会

——控制论的诞生

《列子·汤问》记载了一个故事,说是公元前 900 多年,周穆王西巡。在回中原的途中遇到一个叫偃师的能工巧匠。偃师为表达对穆王的敬意,特地敬献了他精心制作的“机器人”。这个机器人“标格有度,朴略生姿”,栩栩如生,能歌善舞。穆王龙颜大悦,命侍者将机器人载入库中珍藏。三国时期又有指南车和击里鼓车的记载:指南车是一种双轮独辕车,车上立一木人伸臂向南,只要行车时把木人手臂伸向南方,以后不管车向任何方向转弯,由于齿轮系统的作用,木人手臂始终指向南方。这里的关键是用了一个离合器起调节作用;击里鼓车则利用凸轮作用,拨动木人手臂,每行车一里,击鼓 1 次;行车 10 里,击钬一次。这里运用了一套减速调节系统。这些自动装置,都体现了控制论思想,可见早在几千年前人类就能制造简陋的自动装置了。这是作为一门科学的控制论产生的社会前提和技术前提。

1948 年,美籍奥国数学家诺伯特·维纳发表了专著《控制论》,提出了一套完备的控制论理论,成为控制论的奠基作,标志着这一新兴学科的诞生。

控制论一词来源于希腊语,在古希腊哲学家柏拉图的作品中是“掌舵术”的意思。维纳将控制论定义为“关于在动物和机器中控制和通讯的科学表明了这门新科学既突破了动物和

机器的界限,也突破了控制工程与通讯工程的科学界限,把动物的目的性行为赋予了机器,又将动物和机器的某些机制加以类比。从而抓住了一切通讯和控制系统的共性,高度概括形成了控制论。

控制论的产生为什么是 20 世纪 40 年代,当时,资本主义的机器生产促进了生产力的发展,大大加强了向自然界的深度与广度进军的能力,只有高度的自动化水平才能与高度的生产力水平相适应。以原子能的利用来说,1909 年爱因斯坦发现了质能等效性原理($E=mc^2$),1942 年著名物理学家费米在芝加哥大学建成了第一个原子反应堆,到 1945 年就第一次实现了裂变原子弹的爆炸,1952 年又实现了第一次聚变氢弹爆炸。在这些实验中,有时人是很难亲临其境的。为解决这一问题,当时就有了机械手,人隔着屏蔽幕利用它进行操作。然而人进行操作不仅要通过感觉、知觉、还要通过思维进行判断与推理,以便决定操作的方式。因此,只靠这种机械手是远远不够的,必须要有能够在一定程度上代替人的感觉、知觉和思维过程的自动机器,即能模拟人的功能的机器,才能适应这一要求。也必然要求出现某些新兴学科来解决时代所提出的这个新任务。控制论及与其有关的某些科学技术,如电子计算机、信息论等,就应运而生了。导致控制论产生的直接原因是第二次世界大战期间对高射大炮的研制。战争初期,德国法西斯占有很强的空中优势,无论在技术装备与飞行员训练上都是如此。德国飞机速度很快,飞行员又采取飞曲线、翻筋斗等狡猾的动作,从而使老式高射炮和观测、计算、射击系统失败。正是在战争初期,德国的空军优势和英国的防御地位使许多科学家的注意力转向改进防空武器的工作。飞机不同于其他射击目标,它的速度与炮弹的速度相差无几,这就要求炮弹在

射击时不是直接指向被射击的目标,而是要使炮弹和射击目标在未来某个时刻同时到达空间的某个位置,以提高命中率。因此,人们就需要通过高速计算去寻找一种预测飞机未来位置的方法,并发明一种实现这种预测的技术设备,以便建立一个动态自调系统。这种需要,正是控制论产生的主要社会背景和直接原因。控制论的产生,在很大程度上与它的创始人维纳在研究控制论中所产生的新思想、新方法有密切关系。

维纳是个知识渊博、才华出众、兴趣十分广泛的人。在30年代至40年代,维纳就领导过一个每周举行一次的科学讨论会,研究讨论科学方法。维纳在他的《控制论》中曾指出过:“一个人可以是一个拓扑学家,或者一个声学家,或者一个甲虫学家,他满嘴里是他那个领域的行话,知道那个领域的全部文献,但是他往往是把邻近的科学问题看作与己无关的事情,而且认为如果自己对这种问题发生任何兴趣,那是不能容许的侵犯他人家地盘的行为……在科学发展史上可以得到最大收获的领域是各种已经建立起来的部门之间的被忽视的无人区。”在这一思想指导下,作为数学家的维纳,早在30年代初就对科学地图上的空白区作了勘查,曾把电器通讯问题建立在数学统计的基础上加以探讨。1935—1936年,他远涉重洋,来我国清华大学任客座数学教授,与电机系李郁荣博士合作研究电网络设计;回国后又与他的同事一起在数学、生理学、神经病理学等边缘学科交叉地区奠定了控制论的理论基础。当第二次世界大战期间,在军事上为改进防空武器,需要有一种模拟人类某种特殊功能的技术装置时,维纳等在实验中发现:技术装置与人、动物,在控制功能上有某种类似。于是,他马上抓住“既是机器中,又是活的机体中的控制与通讯”这个课题,确定了“控制论”这一研究目标,并组织数学家、数理逻

辑学家、生理学家进行研究。

这些科学家的知识构成状况,正如维纳所描述的,“他们每个人都是自己领域的专家,但是每个人对他邻近的领域,都有十分正确和熟练的知识,大家都习于共同工作,互相熟悉对方的思想习惯,并且能在同事们还没有以完整的形式表达自己的新想法的时候,就理解这种新想法的意义。”有了这样一个一专多能、默契配合的人才结构,每个人都可和其他人交互作用,从而使自己和别人都能发挥原来不可能发挥的效能。这样,“1+1”就大于2,集体的头脑加倍聪明,总体科研能力也大大提高了。

经过这种多学科的立体作战,终于建立了控制论,维纳成为创始人。

本世纪50年代以后是控制论的发展时期,科学家们纷纷把控制论推广、应用到各个学科领域。1954年,我国科学家钱学森首创工程控制论。接着神经控制论,生物控制论问世。60~70年代又相继出现了经济控制论和社会控制论。

控制论在从经典控制论发展到现代控制论后,目前正进入第三代大系统控制论,朝着两个方向迅速发展,并正在形成智能控制论和大系统控制理论。于是,控制论的普遍性在自然、社会与思维等各个领域都逐步展现出来。

27. 华佗为曹操治头风症

——控制论的黑箱方法

《三国演义》第78回写到曹操患头“风症”,常常发作痛不可忍,遍求良医治疗,皆不能痊愈,遂召见曾为关羽“刮骨疗

毒”的神医华佗来治病。

华佗诊脉后曰：“丞相头脑疼痛，因患风而起，病根在脑袋中，风涎不能出，枉服汤药，不可治疗。某有一法，先饮麻沸汤，然后用利斧砍开脑袋，取出风涎，方可除根。”曹操听后大怒。

虽然现代医学已能打开人脑治病，但还不能够通过生理解剖窥探其内部奥秘，因为人脑是个神秘的“黑箱”。华佗虽有起死回生之术，但一来曹操绝不相信他能劈开自己脑壳之后还能使自己不死，二来他刚刚与东吴杀死关羽，疑心华佗存心不良，所以他认为华佗要杀他也是符合人物性格特征的。

“黑箱”是普遍存在的，但并不是不可知的。而研究、了解黑箱的方法就是黑箱方法。要了解黑箱方法，首先要弄清黑箱及其特点。

黑箱，也称黑盒、闭盒、暗盒等，指某些事物的结构或机理不能够或不便于剖析，犹如一只封闭的箱子，人们无法打开它直接观察，只能从外部加以研究，通过把握其功能间接识别其内部构造。

黑箱问题在各门科学中是普遍存在的。在医学上，中医治病就是采用“望、闻、问、切”等外部观测手段而不是像西医开刀解剖一样来对病情分析研究、作出诊断、给出处方的。华佗“诊脉视疾”就是用的黑箱方法；神经生理学中，人们是通过观察动物的刺激和反应来推断其内部神经结构的；在人们的日常生活中，黑箱问题也普遍存在：一个人在初次开门时，总是在门把手上左右转动，看门闩能否开得开，而不必把门锁卸下来了解其中的构造。《控制论导论》一书的作者艾什比举了一个自行车的例子：“我们可能起初会设想自行车不是个黑箱，因为连接它的每个部件我们都能看出来，事实上我们只是自以为知。踏板与轮子的最初联系在于把金属原子聚在一起的

那些原子力；而这些原子力我们一点也没有看见。而骑车子的孩子，只要知道踏板能使车轮转动就够了。”

黑箱是指这样的系统：我们只能得到它的输入值（如左右转动门把手）和输出值（门是否打开），而不知其内部结构。所以，只要是仅根据对其外部性质的研究来对它进行判断的任何系统都是黑箱系统；其次，黑箱问题有相对性，实际上是个认识论问题。所谓黑箱，是相对于作为认识主体的人而言的。在某个研究领域中，客观事物是客观存在的，无所谓“黑”“白”之分，而人对这一事物的认识却有一个由不知到知、由知之不多到知之较多的过程。如果人们对一个原先不认识的事物有了确定的认识和充分的了解，“黑箱”就转化为“白箱”。

黑箱方法是一种控制论方法，即利用外部观察实验，通过输入、输出信息，而不打开黑箱去直接考察其内部结构，来定量地研究对象的功能和特征，探索其结构和机理的科学方法。比如我们要考察一个人在课堂上是否认真听讲，确有收获，是无法打开他的头脑、或用仪器来显示他在听课时想什么、如何进行思维活动的。我们只能通过输入——讲授知识，布置思考题和作业；输出——听其言、观其行，看其回答问题的情形和作业情况，推断他的课堂效果。

黑箱方法在人类活动中具有普遍重要的意义：没有人因为不懂电机内部构造原理而拒绝使用电风扇；也没有人以未学过营养学而拒绝吃饭。他们实际上都是把这些对象当作黑箱来处理的。不这样，人们实际上就无法从事任何实践活动。

“知其然不知其所以然”是受到批评的行为。但有时候我们学习知识技能只需认识到所必需的程度就可以了，一个人不必无限制地也根本无法穷根究底。我们只要学会开关电视机即可达到收看电视音像的目的，无需学习其工作原理和维

修、装配方法,那是装配人员和维修人员的事情。因此,一定程度的“不知其所以然”是必要的。

既然黑箱是通过把握系统的功能间接地识别其构造的方法,因此我们有必要再了解一下系统的功能及结构。

系统内部相关性的状况是系统状态。功能则是指不同的系统及系统状态之间相互影响的能力,一个系统的功能就是从外界对系统的输入到系统向外界输出的变换。

任何系统状态中都包含有不容易受外界影响而改变的部分和容易受外界影响而改变的部分。不易受影响而改变的部分即为结构状态;易受影响而改变的部分即为功能状态。

结构与功能相互间关系的基本点是系统的结构和系统各元素的功能,决定了系统的功能,同时,功能对结构具有反作用,功能实际作用的发挥,会反过来影响系统结构。此外,系统结构对元素功能的发挥有重要影响。系统元素的功能是潜在的,这种功能必须在一定系统结构中才能发挥。

黑箱方法正是基于系统的以上原理所采用的研究分析评价系统的一种科学方法,它研究了如何从黑箱得到信息、这些信息又能说明什么问题,从而为人们提供了一种认识黑箱的方法。

28. 老鹰抓兔子

——控制与调节

动物界中,老鹰抓兔子是很有趣的:在抓兔子之前,鹰先大致确定一下兔子的位置,然后朝这个方向飞去。在飞行中,它时时刻刻盯着兔子,判断自己的位置与兔子的位置的差别,

根据这个差别调节自身运动的方向与速度,使差别不断缩小,直到抓住兔子。

鹰抓兔子的过程有一个突出特点:不断进行的调节,贯穿于达到目标的全过程。虽然每一次调节都会有误差,但整个系统具有很大灵活性。正由于不断进行反馈调节,所以不管目标怎样变化都能跟上目标的运动。

调节具有相当的普遍性,生命之所以能存在,就在于它是一个能进行自我调节的系统;调节与控制密切联系、自动调节与控制都是技术系统与生物系统反馈回路的结构功能的表现。

控制系统根据有无反馈回路区分为两大类:开环控制系统与闭环控制系统。开环控制系统没有反馈回路,输入直接控制着它的输出,装置简单,成本低廉。但是,它的抗干扰能力差,这是一个重大缺点,这就使得它的控制作用受到很大限制。闭环控制系统带有回路,所以它的输出不仅由输入控制,而且要由输出的回输来共同控制。闭环控制系统,虽然装置复杂,成本高,但具有抗干扰而到达预定目标的能力,这是个突出的优点。

随着第二次工业革命中电子计算机的出现和对自动化系统的研究,大大促进了生产力的发展,也发展起了专门研究关于系统自动调节和相互适应的理论,即控制论、系统论和信息论。

系统通常有两种不同的调节方法:(1)一次调节。我们以发射炮弹为例来说明:要轰炸地面固定目标,只要计算好距离和瞄准方向就可以发射;要攻打飞机,也只要计算出飞机飞行速度、方向和炮弹轨迹以确定炮弹发射的角度。这就是一次调节的方法。它对于静止的目标或运动方向、速度变化不大的目

标,是有效的。然而如果飞行员突然改变了飞行速度,发出的炮弹就无法击中它了。

(2)反馈调节。第二次世界大战期间,工程师和科学家们在研究雷达控制高射炮时,开始寻找一种更灵活、更科学的调节方法——反馈调节方法。

实际上,生物早就在使用这种调节方法了。如鹰抓兔子:鹰如果在看准目标——兔子之后便只作一次性调节,径直向兔子所在地冲过去,那是无论如何也抓不住兔子的,因为兔子是在运动的,看见老鹰飞来势必要赶快逃走。而老鹰就是采用的反馈调节法,抓住兔子的。

在鹰抓兔子中,目标 A 是兔子,鉴别机构 B 是鹰的眼睛,调节机构 C 是鹰的大脑,执行机构 D 是鹰翅、鹰爪、鹰嘴。A 是不断变化的,B 随时把 A 与 D 之间的相对位置的信息传送到 C;C 根据这些信息不断调整 D 的行动,D 根据指令做出逐步逼近并捕捉 A 的反应动作——这样,四个子系统形成一个封闭回路,使反馈调节不断进行。如果其中任何一个子系统发生故障,如鹰眼失明、鹰翅受伤等,都会使回路中断,反馈调节系统就会被破坏。

反馈如维纳所说,是用系统过去运动的结果调节系统未来的运动。但在调节过程中要注意适度,防止反馈过度。

在人们的认识过程中常常发生反馈过度的现象。人们用实践来检验真理,发现理论与客观实际不完全相符,有一定偏差时,就来修正理论,使之符合实际。但如果在修改时改过了头,从一个极端走向另一个极端,认识过程就要发生反馈过度的现象。达尔文学说的建立和发展过程中,就几度发生过这种现象。达尔文认为,生物的遗传变异是自然选择的基础,但遗传变异的原因是什么?他未能明确回答。

后来,早期的孟德尔主义者,用基因突变说解释了遗传变异的原因,但又否认了自然选择说。直至本世纪30年代一批群体生物学家把自然选择说与基因突变说加以综合,指出突变、重组、选择、隔离在种群分化和新种形成过程中的相互作用,这才较全面地说明了进化的原因。

当然,人们在认识过程中,对实践的结果看不准确,控制因受干扰不够精确,出现反馈过度是难免的。事实上,大多数事物的认识,都是开始时反馈过度的幅度很大,经过不断地调节,幅度才逐渐减少,波浪式地逼近客观真理或到达目的地。

人类的认识、思维,都是一个反馈调节过程;人类任何有意识的行为,都需要经过反馈调节。谁善于反馈,谁就长于智慧、“吃一堑,长一智”、“每一次失败,都是接近成功的步骤;对虚假的探测、引导我们走向真实”——这些中外名谚都强调了反馈调节法的作用和功能。

反馈在创造活动中的调节功能表面在以下方面:

(1)调节目标

在学习目标、研究目标的选择上,要借助于反馈调节。如达尔文起初是学神学的,但在学习神学过程中,他老是觉得提不起精神,感到索然无味,考试成绩常常不及格,老师甚至说他是个“愚人”。但他对小动物却特别感兴趣,一见到小猫啦、小狗啦,以及一些植物等,便觉得兴味盎然。于是,他心中想:与其做使我感到头痛的神学家,不如做使我感到愉快的生物学家。便下决心改弦更张,专攻生物学,终于写出了《物种起源》一书,震惊了世界,成为历史上一位不朽的伟人。

达尔文的事例说明,反馈调节有助于人们选定自己的目标和工作重点,帮助人们迷途知返、驾轻就熟,走向胜利的终点。

(2)调节知识

为了从事某项工作,必须具备哪些知识?哪些知识,我们已经具备;哪些知识,还需继续掌握、充实?这些问题,都可以在实践过程中通过反馈调节来搞清楚,并在实际的学习过程中不断反馈,不断调节。

(3)调节方法

方法是完成某项工作,从事某项研究,开创某项事业的技巧和手段,正如有人所说,“成果诚可贵,方法价更高”。为了某项事业的成功,我们需要掌握哪些技能和方法?已经掌握的有哪些?还需要掌握哪些?在从事某项研究、某项工作或进行业务学习时、原来使用的方法是否合适?效率是否高?如不合适,需要调换哪一种方法?这些都需要通过信息反馈,加以明确,然后进行调节,才能达到预期的目的。

29. 海龟驮人与“掌舵木”

——控制与控制论系统

在拉丁美洲的厄瓜多尔海滨,有很多大海龟,重达四五百斤,常在海滩上爬行、觅食。这种海龟特别喜欢吃香蕉。当地居民利用海龟的这个嗜好常在赶路走累了的时候,爬上树摘一串香蕉,用竿子挑着在海龟眼前来回摆动,使其可望而又吃不到,而他却趁机骑在大海龟的背上,让它驮着自己走路。

这就是一种控制现象。

人类自产生之始,就一直进行着对自然界、人类社会和自身的控制。这种控制的程度,标志着人类和人类社会的发展水平。人类最善于进行控制,所以成为地球上的统治者。如:一

个不满三尺的牧童,可以放牛,——这是人对动物的控制。——列巨龙式的火车,或是开动,或是停下,听凭人的摆布——这是人对机器的控制。几千人的大型团体操队伍,在指挥信号的调度下,做着整体动作,构成各种图案,——这也是人的控制。

控制是人类社会的普遍现象,是人类改造世界的基本过程。控制是控制者作用于被控制者,使其改变或保持某种运动状态,以达到一定目的的运动过程。

系统与系统之间存在着相互联系。无论是偶然联系还是必然联系都是一定的因果联系。凡带目的性的因果联系就是控制。

控制论中,控制信息传输是第一个、也是最重要的一个要素(或称为环节),而执行则是控制的不可缺少的第二个要素。

受控系统一定有若干个可能状态,如电灯电路有通与断两种状态,5位代码电话拨号盘则有99999种拨法。控制就是在受控系统的各种可能状态中选择一种。

施控系统对受控系统的控制作用,可以使受控系统的不确定性减少,既有序性的增加。这恰是受控系统得到输入信息所引起的效果。事实上,任何控制作用都是通过施控系统向受控系统输入功能信息进行的。这种信息,便称为控制信息。这种控制信息,是由人或自动控制装置发出的。如动物是通过基因、神经脉冲、血液及淋巴、激素控制全身的。

反之,一切功用信息的传输,都将引起信息输入系统有序性和确定性的增加,可能状态减少。信息有量和质两个方面,控制也有控制程度和控制内容两个方面。控制程度与施控系统向受控系统输入的信息量相应。如走确定一步棋控制程度相同,但控制内容——走法却不同。由一种确定态到另一种确定态,也就相当于取消第一个控制(抹去该信息)再给予第二

个控制(输入内容不同的信息)。因此,一切功用信息的传输都是控制——是信息输出系统对获得输入信息的系统的控制。

发出控制信息的系统叫发控系统,承担执行的系统叫执行机构。在控制过程中,仅仅靠动作信息的传输是不能完成控制行为的,还必须有一定的执行机构。如法制控制,除制定颁布完备的法之外,还要通过执法机构才能完成。

控制对于人类具有重要意义。一辆正在运行中的汽车,发动机有点毛病问题不大,至多停车维修;然而如果失去控制,那将是十分可怕的,它将导致重大事故的发生;工厂锅炉失去控制会爆炸,化工厂失去控制会造成毒气外溢而伤人,一个政府失去对国家的控制会覆灭,个人大脑不能按法律控制自己的行为就会犯法坐牢。可见,离开了控制,人类社会和人类自身是不可想象的。

人类社会的控制现象是与人类有目的有意识的活动相联系的,控制即是人类一种有目的有意识的活动。人类愈发展,对事物发展变化的规律认识愈深刻,控制就愈自觉,控制能力就愈强,控制程度就愈高,人类正成为控制自己和控制世界的主人。

下面我们简单谈谈控制系统。

控制系统是具有控制功能的系统,是由施控部分与受控部分组成的统一整体。控制是指施控者对受控者的一种能动作用,这种作用,至少要有作用者、被作用者及传递者三个必要的元素。如在一部最简单的控制装置中,也至少有施控元件、传递线路、受控元件三个组成部分,形成一个整体,才能具有控制的功能与行为,而这些又总是相对于某种环境(介质)而言的。于是上述三种元素就组成了相对于某种环境而具有控制功能与行为的控制系统,不仅施控者作用于受控者,而且

受控者也可反作用于施控者。前一种作用是控制作用,后一种作用则是反馈作用。

作为一个特定的控制系统,总是相对于一定的环境而言的,二者之间也存在相互作用。如在海龟驮人的控制系统中,这一系统作用于河水、气候等环境,打破了它们的平静;同时,环境也对这一控制系统起作用,如果风平浪静或顺风,这一系统会顺利完成目的;如果风急浪大且又是逆风,控制系统要达到的就必须克服重重阻力。

控制作用、反馈作用、环境作用之间的相互作用是很复杂的,控制系统的控制功能就是通过这些相互作用而实现的,是在不断变化中实现的。因此控制系统是一种动态系统,控制过程是一种动态过程。也就是说,控制是在不断运动、变化、发展过程中实现的,当控制达到了某种处于稳态的目的时,这种稳态在本质上是一种动态平衡,所以控制具有动态特性。

按不同的标准,可对控制系统进行多种分类。

(1)按控制者与被控制者结合方式的不同可分为:

①人—人系统。指人与人构成的控制系统,教育控制系统就是人—人系统。

②人—机系统。指人与机器构成的控制系统。人操纵汽车、飞机、轮船、车床等,都是人—机系统。

③人—畜系统。指人与动物构成的控制系统。如人对动物的驯化、使役(比如厄瓜多尔人对海龟的利用)等。

④人与生物构成的控制系统,如育种、遗传工程等。

⑤人对自然界的控制系统。如采矿、冶金等。

⑥自动控制系统。如导弹、自动控制机床、电脑控制系统等。自动控制系统是按人设计的程序来完成的,可以替代人的部分控制活动。

(2)从控制系统的确定性上可分为两类:

①确定性控制系统。在实行控制后,受控系统的行为是确定的,这类系统为确定性控制系统。电路开关、机械自动装置都是这一类控制系统。

②不完全确定性控制系统。在实行控制后,控制的结果并不能完全确定,这类系统为不完全确定性控制系统。如医生对病情的控制,可能是有效的,能使病人恢复健康,也可能效果不大或无效果甚至有时有反效果;农民对庄稼的控制,因受环境及各方面因素影响,可能丰收,也可能减产,甚至绝产。

控制系统主要由受控系统和施控系统构成,我们来看一下它们的条件。

(1)受控系统条件。受控系统是个可控系统。可控系统具有下列特点:

①多种发展的可能性。许多事物都具有多种发展的可能性,如鸡蛋就有被吃掉、孵化、存放、被打破等多种可能性。

这四种可能性,可以再分为:存起来的鸡蛋,可能存放的很好,也可能变质;孵化后可能孵出一只健康的小鸡,也可能是死鸡。可能是公鸡,也可能是母鸡;吃的鸡蛋可能蒸,可能煎,也可能煮等等。这种具有多种发展可能性的事物才是控制论要研究的对象。如果没有多种发展可能性,控制就失去意义。

②发展方向的可选择性。事物的发展虽然具有多种可能性,但如果不能选择,也就不能控制。如地震有两种可能:可能震,也可能不震,但这两种可能都不能选择,也就不能控制。鸡蛋的各种发展可能性就不同,它可以在一定条件下选择;在每个发展可能性中也是有所选择的,如在保存中,人们希望它是一个好鸡蛋,而不希望变成臭鸡蛋。要达到这一目的就要在选

择过程中加以控制。要保存,就不要给它以适当温度变成小鸡;也不要掉在地上摔碎;要防止它变坏,可以放在冰箱的保鲜室内。

(2)施控系统的条件。施控系统也是以一定的条件而存在的,它应具备下列条件:

①有明确的控制目的和控制标准。目标是改变受控系统发展方向和运动状态的依据,无目的运动是不需要控制的,因而无目的的控制是没有意义的。

②对受控系统发展可能性是已知的。这包括了解受控系统的特性,受控系统的现实状态,掌握受控系统发展的可能性。

③要具有制约受控系统状态变化的条件。这个条件,包括方法、手段、工具等控制能力。如控制汽车的驾驶技术;解决某个人思想问题的教育艺术、技巧、能力等。

④施控者要知道控制作用的结果,也就是要有反馈。如教育工作者进行教学活动,常常不是根据某些学生上课时或教学过程中的实际情况,而是根据以往的经验,这叫超前控制。这是原来反馈的结果,是前一次控制对下一次控制的作用。对一个复杂的控制过程,则更要注意及时、适时反馈,在控制过程中不断调节控制行为,达到控制目的。

30. 从贝纳德对流实验谈起

——耗散结构与开放系统

在流体力学中,有一个著名的贝纳德对流实验:一层流体,上、下各与一恒温热源板接触。当下板温度多于上板温度

时,液体中形成从下至上的温度梯度和热传导。不断增大两板的温差,将系统推向越来越远离热平衡状态,当温差达到一定的阈值时,系统就由原来的热传导状态进入对流状态,即从原来无序的分子热运动态进入十分有组织的液体宏观流动态,热量通过这种客观对流而传递。从上面观察,就会发现液体内出现十分规则的六角形对流元胞,形成一种稳定有序的宏观结构。利用这种大规模对流系统加快了热从下板向上板的输运,加快了能量的耗散,这样一个变化过程的结果便是耗散结构的出现。

以普利高津为首的布鲁塞尔学派,正是最早以这个贝纳德不稳流为例子来说明耗散结构物理图像的。

耗散结构理论着重从“非平衡”和“开放系统”两个方面论证了那些存在进化发展系统的有序性增加的原因。它不仅是物理学非平衡热力学的重要组成部分,也是一种重要的系统理论。耗散结构理论的基本思想有两点:

第一,系统内部非平衡是有序之源。平衡态和近平衡态一线性非平衡态都不会产生有序,这是热力学第二定律表述的内容;而远离平衡态的非线性非平衡态,却可以自发地产生有序性维持有序性。如在贝纳德对流实验中,当系统处于平衡态和线性非平衡态时,热由传导方式通过液体,不存在一种有序的分子组织现象;但当系统进入远离平衡态的非线性非平衡态时,一种有序的对流元胞就自动地呈现,形成贝纳德花样。

第二,开放系统通过与外界交换物质、能量而增加和维持有序性。这就是当系统处于非线性非平衡态时,通过与外界进行的物质能量交换而形成和维持的耗散结构。在贝纳德对流实验中,如果没有下方热源对系统的加热和系统对方空间的放热,没有一定的自下而上的热量流,就不可能造成非平衡

态,不可能产生有序,也不可能保持这进化的结果——有序稳定的非平衡态。

耗散结构概念是在充分考察了不同系统在远离平衡态时的不可逆过程中,从总结实验现象入手而提出来的。普利高津等通过考察这些系统过程发现它们与平衡或近平衡过程具有十分不同的图像。除了贝纳德对流实验之外,激光也是一个远离平衡时形成宏观有序的典型:一个气体激光器当泵输给气体原子系统的能量低于某一临界阈值时,每个气体活性原子都彼此独立发射无规则的光波,光波的频率、相位和方向都是杂乱无序的。当泵的能量加强达到某一临界阈值时,各个活性原子会发生同相振荡,发出单色性、方向性、相干性极好的激光。这时,光场系统就由混乱无序状态转变为一种非平衡有序状态。

普利高津还考察了生物系统,发现生物是一种远离平衡的高度有序结构,要不断与外界进行物质和能量的交换即新陈代谢,才能维持生命。即使是一个单细胞生物,其新陈代谢功能也包括几千个耦合的化学反应,其中每一步反应被一种特殊的酶所催化,具有非常巧妙的配位和调节机制。生物所具有的复杂的功能组织,与现代大工业生产的装配线非常相似。

从上面的一些现象中,普利高津发现在力学、物理学、化学和生物化学的不可逆现象中,确实存在着与生物进化类似的深化方式,存在着从简单到复杂、从无序到有序,从对称到对称破缺的进化,正是在概括了这些性质迥然不同的系统在形成有序结构方面的共同特点和规律的基础上,他才提出了耗散结构理论。

产生耗散结构的系统必须是一个开放系统,耗散结构与开放系统有密切关联。

熵是法国物理学家克劳修斯于 1864 年提出的一个物理量,一般用符号 S 代表。他发现,如果一个物体的绝对温度为 T ,我们给该物体加进热量 ΔQ ,该物体增加的熵为 $\frac{\Delta Q}{T}$,即 ΔS 。

熵是物质系统的一个状态函数,温度、体积也是物质系统的状态函数。温度表示物体的状态是冷还是热,体积表示物体是大还是小,熵表示什么状态呢?它表示系统的紊乱程度。引入这一物理量后,对热力学定律就可以用熵函数来描述了。

与周围环境有着物质和能量、信息交换的系统称之为开放系统,如一个工厂可以看作这样的系统,因为它不断地输入原料和燃料,同时又输出制成的产品和废料。开放系统的内部状态随着时间的持续,无序性总是自发地减少,有序性总是自发地增加。如一个变形虫随着时间的持续,由小变大直到成熟分裂;一个工厂随时间的持续,产品数量不断增加,产品质量也不断提高。这类系统在进化中表现出自行产生组织性和相干性的自组织现象,则为自组织系统。

根据热力学提供的知识,系统按其与环境的关系可分为三类:一是和环境完全隔离,既没有能量交换又没有物质交换的孤立系统;二是和环境有能量交换但没有物质交换的封闭系统;三是开放系统,前面已提到过它与外部环境关系密切,它的运动、变化和发展不仅为其内部逻辑所推动,也受到外部环境的强有力影响,与外界既有能量交换又有物质交换。所以对开放系统除要考虑系统内部的熵产生之外,还要考虑要素的不断流入流出。而且更为重要的是,在开放系统,系统总熵的变化不再只是简单增加,只要外界吸收的负熵流大于系统内部自发的熵产生,系统就会进化到某个有序状态。

熵流可正可负赋予系统新的动态性质,这表明,系统开放是耗散结构系统产生的基本前提和必要条件:一个系统无论是物理的、化学的系统,还是生物的、社会的系统,抑或是文化的精神的系统,只要是一个自组织的耗散结构系统,那么它必定是开放的系统。

“开放”是当代社会中运用频率最高的词汇之一,甚至写入了我党的基本路线。历史充分证明,只有开放,社会才能进步。西方社会于十五六世纪开始打破中世纪造成的隔绝与封闭,开展了文艺复兴运动,1492年哥伦布发现了新大陆,1517年路德论纲问世,宗教改革正式开始……这种汹涌的近代潮流所造成的历史张力,使欧洲文明与其他文明区域逐渐拉开了距离。与此相反,中国封建社会则自明、清之际以来长期实行闭关锁国政策,封闭门户,形成一个封闭系统,因此,与西方的差距也越来越大。我们党经过40多年的社会主义革命与建设的实践,深刻地认识到改革开放对于社会主义及中华民族生存发展的重大意义,强调有中国特色的社会主义之所以具有蓬勃的生命力,就在于它是实行改革开放的社会主义;强调实行对外开放是改革和建设必不可少的,应当吸收和利用世界各国包括资本主义发达国家所创造的一切先进文明成果来发展社会主义。

开放要注意开放的程度。系统开放程度为零,意味着系统与外部隔绝,成了封闭系统;系统开放程度为百分之百,意味着系统毫无边界,与环境融为一体,那么系统也就不存在了。因此,开放,既要充分开放;又不是百分之百毫无过滤与选择的开放,而是即使系统保持一定程度的自治性和独立性,又使系统具有一定程度的灵活性与开放性,这是耗散结构对开放程度要求的本质所在。

耗散结构理论认为,除了充分开放之外,系统自组织演化的另一个前提条件是系统必须远离平衡。实际上,远离平衡与充分开放实际上是一个问题的两个方面:完全不开放的系统即封闭系统,必定会走向无序的热混沌,也就是退化为平衡态,自然也就不能远离平衡;只有充分开放,系统才能通过与环境的种种交换关系而远离平衡态。

充分开放与远离平衡的统一,构成了耗散结构产生的必要条件,它带来了诸如开放与独立,确定性与灵活性等范畴关系的均衡、对立等问题。它们在理论上和实践上都具有重要意义。因为对于耗散结构来说,无论是物理化学自组织系统,生命有机自组织系统,还是社会工程、精神文化自组织系统,都有个掌握好开放度,调节好确定性与灵活性的均衡的问题。

31. 宇宙末日是否会到来

——普利高津耗散结构理论的创立

人类历史向何处去?这是每个人普遍关心的重大问题。德国物理学家克劳修斯等人根据热力学第二定律推出了“宇宙热寂说”:宇宙作为一个系统也应遵循熵增原理,将从现在的运动状态随时间推移越来越趋向于无序;历史将不断倒退、衰亡,江河日下;一切生命走向死亡、灭绝;天体机械运动因摩擦、碰撞变为热运动;热量从高温星体流向低温的宇宙空间,达到热平衡。最后,整个宇宙成为均衡的热运动这样一种极端的无序状态,一切较高级的运动形式从此永远终结,这就是“热寂状态”。虽然能量依然守恒,但运动的转化能力却永远丧失了,如同死寂一般,故称之为“热寂”。

这种理论是否正确？宇宙末日是否将要到来？普利高津的耗散结构理论就是针对这些问题进行研究，提出相对应的观点的。

普利高津原籍俄罗斯，1917年1月25日生于莫斯科，1921年移居国外，1929年在比利时定居，1949年入比利时国籍。他早年的兴趣集中在历史、考古和哲学方面，后来转攻物理学和化学，1941年在比利时自由大学获理学博士学位，1951年任该校理学院教授，1959年担任比利时自由大学索尔维国际物理及化学研究所所长，1967年兼任美国得克萨斯大学统计力学研究中心主任。在漫长的科学生涯中，他一直保留着对历史和哲学的兴趣。这种对历史科学的兴趣及对哲学思辨的爱好，使他能跳出物理学传统观念的框框，从更高的角度形成了对时间和自然界的复杂性的深刻见解。他认为，时间不应该仅仅简单地作为力学方程中说明运动的一个参量，它联系着历史，联系着演化和世界的发展。这种观点激起他对不可逆过程的浓厚兴趣，并为形成他的不可逆理论提供了思想萌芽。

普利高津对当代问题的兴趣，直接受他的老师德·唐戴和让·蒂迈尔曼的影响。他们都非常重视运用热力学理论特别是热力学第二定律的观点来研究化学反应和溶液现象，这使得普利高津的科学生涯从一开始就投入到化学反应溶液理论、对应状态理论等化学热力学问题的研究中。这些研究工作使他从理性和感性上丰富了对不可逆过程的了解。正如他自己所说：“热力学为我们提供的这许许多多观点和各种各样的前景中，使我感受强烈并抓住了我的注意力的是这样一点：即这一切都明显地表现出‘时间的单向性’这个不可逆现象。”

在热力学发展的早期，非平衡、不可逆现象一般地被人们

看作是令人讨厌的因素。如在晶体生长中,非平衡会破坏晶体十分美丽的规则的晶格,在热机中不可逆现象妨碍了工作效率的提高。因此在这些过程中,人们必须注意维护平衡,让过程尽可能地接近平衡态。这样,不可逆性就成为人们小心避免的东西,对它的研究也就得不到应有的重视,甚至会受到嘲讽。据说1946年普利高津在布鲁塞尔作有关不可逆现象热力学的观点的报告时,有位著名的热力学家曾提出质问:“您对不可逆现象如此感兴趣,我深为震惊。这些不可逆现象与其说它演变的最后结果是平衡,倒不如说它们在本质上就是瞬息即逝的。”但这种嘲讽并未动摇普利高津的研究热情,他深信,在一定情况下,人们讨厌不可逆过程产生的消极作用;但在另外一些条件下,对不可逆过程的研究可能会带来在理论和实践中有重大意义的结果,他与他的合作者,几十年如一日,把他们的主要精力和学识致力于不可逆过程的研究。

普利高津的工作结果,得到了最小熵产生原理,这一原理表明在一定关系成立的区域,系统将朝向某个定态演变,这个定态相当于与外加边界条件相容的最低耗散状态。如此看来,平衡态就相当于边界条件允许系统内部熵产生为0的特殊状态。而在近平衡的定态虽然熵产生不为0,或当边界条件阻止系统到达平衡态时系统去做最小活动性的事,但系统走向熵产生为最小的状态,即尽可能靠近平衡态的状态。也就是说,近平衡态系统随时间的发展总是朝着熵产生减少的方向进行,直至达到一个稳定态。

最小熵产生原理使线性非平衡热力学大厦建立起来,这是普利高津早期对热力学做出的一个重大贡献。

最小熵产生原理在近平衡线性区的成功,促使普利高津试图将它推广到远离平衡的非线性区去。然而经过多年努力,

这种尝试未能成功。

近平衡与远离平衡是以有没有非线性关系来划分的。有线性关系的为近平衡态,经典科学几乎是线性律的一统天下。线性关系在作图时表示为一条直线;线性方程是可解的,而且解的任意叠加仍然是方程的解。线性系统具有一种重要性质,可以把系统分解,再把它们合并,各部分又浑然为一体。

与线性系统不同,远离平衡的非线性系统难于计算。在非线性的领域内,问题变得极为复杂,线性关系不再适用,熵产生率也不再总是随时间单调减少,而是根据不同系统和所处条件,其变化率可正可负,也可随时间振荡,最小熵产生原理失效。总之,在平衡态和非平衡线性区十分普遍的规律在这里依赖具体系统状态出现了多种多样的可能性。

非线性固然对经典科学构成了威胁,为研究制造了困难,但普利高津等在挫折中吸取了有益的启示,他们认识到远离平衡态的多样性和复杂性的涌现能够帮助人们阐明从无序中生成有序的过程,认识到系统远离平衡时的热力学性质可能与在平衡态,近平衡态的热力学性质有重大原则差别。他们在这种新的思想指导下重新进行研究和探索,终于建立起了一种新的系统:——耗散结构理论提出了“非平衡是有序之源”的著名论断,开创了非线性热力学研究的新理论,这一理论表明,一个远离平衡的开放系统(力学的、物理的、化学的、生物的、乃至经济的、社会的系统),通过不断地与外界交换物质和能量,在外界条件的变化达到一定的阈值时,可能从原有的混乱状态转变为一种在时间上、空间上或功能上的有序状态。这种在远离平衡条件下形成的新型有序结构,普利高津把它命名为“耗散结构”。

综上所述,耗散结构理论,是研究耗散结构的性质以及它

的形成和演变规律的科学。它是热力学和统计物理学内研究平衡态到近平衡态再到远离平衡态的一个重大发展。

32. 电脑寡妇的故事

——高技术与系统科学

你听说过“电脑寡妇”的故事吗？这是个真实的事件：1992年一天，一名美国妇人罗拉·卡尔控告可恶的“第三者”，说她的丈夫阿仑“金屋藏娇”，这个情妇抢了她丈夫的心，破坏了他们的美满婚姻，还毁了她丈夫的前途。然而，“第三者”并不是个年轻漂亮女子，而是一个电脑。罗拉说，有些男人迷上了女人，但我丈夫却迷上了一个电脑情妇，甚至丧失理智，“自阿仑迷上电脑，电脑变成他生命的全部，每晚他起码有5个小时对着电脑，而我家电话线就永远接不通；晚上我和女儿看电视，讲故事，他就沉浸在电脑世界如醉如痴，我劝他出外散散心，他竟说无法离开心爱的电脑。”阿仑自买了私人电脑，便给电脑加了个调制解调器，可利用电话线和其他电脑用户联络或同其他电脑服务公司联络，收取电脑资料。不久前的一天，罗拉接警方通知，说她丈夫被捕，因为他侵犯了电脑法例，以盗窃手法来取得远程通讯信息服务——罗拉成了“电脑寡妇”。

难怪当今科技发展“悲观派”队伍日趋扩大，有人担忧人将沦为电脑的奴隶，丧失自己的本性；有人直言不讳地声称，电脑已从人类智星畸变为“灾星”！

那么，我们应如何看待电脑的利弊？高科技时代的标志是什么？高科技发展的背景如何？

人类社会在飞速发展，伟大的20世纪正在一天天离去，

21 世纪正越来越近。在这跨世纪的时刻,人们发现,科学技术已迈开大步登上历史舞台,高技术及高技术产业蓬勃兴起,世界正在走向高技术时代。

高技术一词是国外 70 年代以来出现并广泛应用的一个名词,它取代了人们惯用的“新技术”、“尖端技术”、“先进技术”等词。因为这个“新”的标准,有很大的相对性:各个国家、地区科技发展水平不一,“新”的内涵也存在很大差别。一些技术对某个科技落后的国家来说是“新技术”、“先进技术”、“尖端技术”的东西,在科技发达国家则是已广泛使用的,甚至是过时的技术。所以,这里的“新”,是一种纵向的、以各自的现状为参考点的、按时序先后的表述。与高技术的含义并不完全一致。

高技术一词在国际上有比较一致的含义,通常人们认为,20 世纪中叶以来蓬勃兴起的电子信息技术,新材料技术,生物技术,新能源技术,航天技术和海洋开发技术均属于高技术领域,并称之为“六大高技术群”,它们都对应对应的产业群:电子信息技术关联着集成电路、计算机、机器人、光电器件、通讯工程等行业;新材料技术关联到电子材料、超导材料、高分子材料、陶瓷功能材料、新能源材料等行业;生物技术关联到生物农业、生物食品工业、生物医药等行业;新能源技术关联到核能发电、太阳能发电、海洋能发电等行业;航天技术关联到火箭助推器、航天器、卫星通讯、太空运输、太空电站等行业;海洋开发技术关联到海洋发电、海水淡化、海洋养殖、海洋采矿等行业。而每一种高技术产业,都综合地运用着多种高技术;多种高技术又关联着一系列的高技术产业,故此人们统称上述产业为“高技术产业群”。

高技术之间也不是彼此独立、分割的单项技术,每一种高

技术都与其他的高技术紧密联系,相互依存,有机地融合在一起:电子信息技术具有强烈的牵动性和渗透性,是高技术的先导,是各种高技术的“心脏”;新材料技术是高技术的基础,所有高技术的进展都有赖于新材料的发现和突破;生物技术是高技术的前沿,是解决人类面临的生态环境破坏、资源耗竭、人口膨胀等关系人类未来与生存的重大问题的最新科学手段,是高技术中的高技术。所以有人说,电子信息技术是今天的高技术,新材料技术是明天的高技术,生物技术则是后天的高技术;能量、物质、信息是支持人类社会进步的三种基本物质力量,新能源技术保证了人类日益增长的能源需求,是社会发展的支柱;而航天技术和海洋开发技术是建立在其他几种高技术基础上的旨在扩大人类的生存空间和生活资源的高技术。所以,我们把它们统称之为“高技术群”。

高技术产业具有以下几个方面的特征:

第一,高技术产业是智力密集和知识密集的产业。这种密集性具体反映在企业职工中受过高层次教育和专门技术教育的人数远远高于传统产业,企业领导更是既精通技术又善于经营的开拓型人才。

第二,不断创新是高技术产业的生命。高技术开发在本质上是全新技术的创造,而不是原有技术的改进,因而增加研究、开发的投入,吸引开拓型人才,加速最新产品的推出和占领市场是高技术产业发展的三个关键。

第三,高技术产业具有高投入、高风险、高增值特性。高投入是高技术发展的必需物质条件;高技术是全新的创造,加之需高投入,因此存在很高的风险性;然而一旦越过风险期获得成功,就可获得巨大效益。有人统计,在手工业中人均年产值为 2000 元;传统工业中为 2 万元;高技术产业中则为 20 万元

乃至几百万元。

第四,高技术具极强的渗透性,牵动性和扩散性。它不仅在高技术产业中互相交织、渗透、贯穿,而且还能辐射到各个传统产业部门,带动技术革新和技术进步。另外,高技术产业还具有国际化、联合性特点。

让我们回顾一下人类社会曾有过的三次具划时代意义的技术革命。

第一次科学技术革命发生在 18 世纪 60 年代,通常称之为“产业革命”。它的主要标志是蒸汽机的广泛运用。

第二次科技革命开始于 19 世纪 70 年代。它是以法拉第电磁感应定律为基础,以发电机、电动机的发明和电力的广泛使用为标志的又一次技术革命。人类社会自此跨入了电气化时代。

第三次科技革命兴起于 20 世纪中叶,是建立在微电子学理论上,以晶体管、集成电路和计算机的发明为序幕,以六大高技术群为标志的新技术革命浪潮。这个浪潮首先在西方发达国家兴起,并给各国的经济和社会发展以巨大的推动力。从高技术群之间的关系看,信息技术是六大高技术群的先导与核心,信息已成为当今世界的一种重要资源,信息产业成为高技术产业群中的主导产业。它们在当今社会中发挥着越来越重要的作用,因此,西方的一些社会学家、未来学家、哲学家纷纷提出“信息社会”的概念,断言人类已跨入“信息时代”;从高技术发展趋势角度看,它不局限于某单项领域的突破,而是在物质、能源、信息等一系列重大技术领域都发生着重大的革命和突破。第三次科技革命内容之丰富,影响之深远,都远远超过了前两次科技革命,而且还在深入发展。21 世纪将是高技术世纪,信息技术揭开了高技术时代的序幕,人类正走向

高技术时代

在高技术时代,科技已上升为生产力变革的主导力量,成为“第一生产力”。这是高科技时代的本质特征。其主要特征还有:(1)信息化。这是它的基本特征。工业文明时代的产业具有高物耗、高能耗特征;而高技术时代的产业则主要依靠智力密集的信息技术,不断提高物质、能量资源的利用率,不断研究开发新的物质资源、能量资源和信息资源。(2)经济一体化。在高技术时代,发达国家垄断一切和发展中国家闭关自锁的现象已不复存在,国与国之间的经济关系日益相互渗透、相互补充、相互竞争,风险共担,利益共享。(3)高效率和智能化。由于电子计算机在社会生产管理、行政管理及文化教育、家庭生活等领域的广泛使用,大大提高了工作效率,加快了生活节奏,缩短了交往的距离,丰富了文化生活内容,改变了人们的社会生活、工作方式和思想观念,呈现知识化、智能化、高效率、快节奏的特征。(4)综合化和全球化。在高技术时代,随着社会的发展科学与技术、技术与生产、生产与经营、社会科学与自然科学之间互相渗透、互相融合、互相交叉的综合趋势日益增强,科学技术的研究也随之更加综合化和全球化。

高科技时代是社会发展必然趋势,人们在科研活动中发展了系统科学这种先进而科学的方法;而系统科学的产生与系统方法的普遍应用,又进一步推动了高技术时代的进展和生产力的发展,二者互相促进共同推进了人类文明建设。